

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA

**PROPOSTA BIOCLIMÁTICA PARA CONJUNTO DE HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL EM ARACAJU/SE**

Laranjeiras – SE

Setembro/2014

JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA

**PROPOSTA BIOCLIMÁTICA PARA CONJUNTO DE HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL EM ARACAJU/SE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade Federal de Sergipe em
Laranjeiras, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo,
sob a orientação de:

Profa. Dra. Carla Fernanda Barbosa Teixeira

Laranjeiras – SE

Setembro/2014

JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA

**PROPOSTA BIOCLIMÁTICA PARA CONJUNTO DE HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL EM ARACAJU/SE**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido(a) e aprovado(a) em
____/____/_____, pela seguinte banca examinadora:

Profª. Drª. Carla Fernanda Barbosa Teixeira

Profª. Msc. Raquel Kohler

Msc. Elso de Freitas Moisinho Filho

Laranjeiras, ____ de Setembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais que sempre me incentivaram, me apoiaram e não mediram esforços para que eu pudesse concluir mais essa etapa da minha vida.

À professora Dra. Carla Fernanda Barbosa Teixeira pela paciência nas orientações e apoio que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso pelo companheirismo durante todos esses anos, em especial, a Kelly Janaína pelo incentivo e ajuda compartilhada no desenvolvimento desse trabalho.

À todos que me auxiliaram direta ou indiretamente.

Muito obrigada!

RESUMO

A situação habitacional, no Brasil, é considerada um dos principais problemas sociais urbanos na atualidade. Embora sejam realizados investimento por parte do Governo para suprir a demanda existente, as habitações construídas são baseadas em modelos que, muitas vezes, não consideram o conforto térmico para sua elaboração. Para que a moradia apresente tal conforto, ela deve ser adequada ao local onde está inserida, tendo como referência de adaptação o bioclima. Assim, este trabalho tem como produto, a nível de anteprojeto, a proposta de projeto bioclimático para conjunto de habitação de interesse social em Aracaju, Sergipe. Adotaram-se a ventilação natural e o sombreamento como principais estratégias bioclimáticas e, utilizou-se de materiais construtivos e componentes arquitetônicos que possuem propriedades térmicas necessárias e eficazes, de acordo com a NBR 15220/05 - Norma Brasileira que trata do zoneamento bioclimático brasileiro e das diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social – para melhorar o desempenho térmico das edificações. A proposta habitacional é baseada no projeto original de HIS e cuja adoção das estratégias supracitadas constituíram-se três variações de soluções de implementação das ferramentas bioclimática. A adoção de diferentes materiais e técnicas construtivas, mas que, apesar das distinções, puderam apresentar semelhantes atributos de alcance do desempenho térmico satisfatório na habitação.

PALAVRAS-CHAVE: Habitação de interesse social, adequação, bioclimático, conforto térmico, ventilação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conjunto Habitacional Pedregulho.....	14
Figura 2 - Conjunto habitacional Getúlio Vargas	15
Figura 3 - Conjunto Habitacional Padre Manoel de Nóbrega	17
Figura 4 - Efeitos da radiação no globo terrestre	26
Figura 5 - Circulação dos ventos na atmosfera terrestre.....	28
Figura 6 - Brisas diurnas e noturnas entre as massas de terra e água	29
Figura 7 - Influência da topografia na formação do microclima	30
Figura 8 - Efeitos da vegetação na configuração do fluxo do vento	31
Figura 9 - Ciclo hidrológico.....	33
Figura 10 - Gradiente do vento para diferentes áreas.....	34
Figura 11 - Carta Bioclimática de Olgyay	36
Figura 12 - Carta bioclimática de Givoni adaptada para o Brasil.....	37
Figura 13 - Implantação do conjunto habitacional no bairro Lamarão	40
Figura 14 - Plantas baixas do conjunto habitacional no Lamarão.	41
Figura 15 - Fachada lateral da unidade habitacional no Lamarão.....	41
Figura 16 - Perspectiva isométrica das habitações geminadas.....	43
Figura 17 - Implantação da proposta do Conjunto Habitacional na cidade de Macaíba/RN.....	43
Figura 18 - Planta baixa das unidades habitacionais geminadas.....	44
Figura 19 - Propostas de ampliação das unidades habitacionais.....	45
Figura 20 - Vista explodida das habitações geminadas, com a indicação dos materiais	46
Figura 21 - Modelo do protótipo proposto para a região de Belo horizonte.....	47
Figura 22 - Modelo de implantação ideal, seguindo a orientação solar.....	47
Figura 23 - Modelo de ventilação cruzada do protótipo, com a saída de ar quente na parte superior.....	48
Figura 24 - Modelo de iluminação direta sobre os planos de tarefas visuais, aplicação sobre a bancada da cozinha.....	48
Figura 25 - Modelo de instalação do sistema de energia solar, com o conjunto do reservatório de água e os coletores solares sobre o brise-soleil	49
Figura 26 - Perspectiva ilustrativa do conjunto habitacional.....	50
Figura 27 - Diagrama de usos da edificação em blocos modulares	50
Figura 28 - Opções de layout das plantas baixas.....	51
Figura 29 - Proposta de modificação das fachadas	51
Figura 30 - Tipos de fachadas.....	52
Figura 31 - Ventilação natural no interior da edificação.....	52
Figura 32 - Estratégias para reduzir os efeitos da radiação solar no verão.....	53
Figura 33 - Perspectiva de dois sobrados conjugados.....	54
Figura 34 - Estratégias de ventilação e iluminação da unidade habitacional	54
Figura 35 - Implantação do projeto de Menção Honrosa, 2010.....	55
Figura 36 - Zona Bioclimática 8.....	56

Figura 37 - Carta bioclimática da cidade de Aracaju	57
Figura 38 - Exemplos de configurações das edificações e o efeito da ventilação	58
Figura 39 - Muros baixos e afastamento das edificações permitindo a ventilação entre elas	58
Figura 40 - Disposição da edificação com relação a orientação dos ventos dominantes	59
Figura 41 - Efeito da localização das aberturas numa edificação térrea	60
Figura 42 - Efeito da localização das aberturas em paredes opostas	60
Figura 43 - Janela tipo basculante com venezianas	61
Figura 44 - Peitoril ventilado	61
Figura 45 - Aproveitamento da ventilação natural pela adaptação da caixa d'água ..	62
Figura 46 - Efeito da localização do shed no fluxo de ar no interior dos ambientes ..	63
Figura 47 - Coberturas metálicas associadas aos sheds nas obras de Lelé	63
Figura 48 - Efeito do cobogó como redutor de velocidade do vento	64
Figura 49 - Penetração da luz natural no ambiente através do cobogó	64
Figura 50 - Vedações internas permeáveis à passagem do ar em Pilar/AL	65
Figura 51 - Varanda com beiral amplo	65
Figura 52 - Efeitos da marquise e pérgula sobre a ventilação e insolação	66
Figura 53 - Brise frontal com lâminas fixas de alumínio aplicadas na vertical e horizontal	66
Figura 54 - Brise superior com lâminas reguláveis de madeira	67
Figura 55 - Utilização de árvore para produção de sombra	68
Figura 56 - Mapa de Sergipe, com destaque ao município de Aracaju	69
Figura 57 - Gráfico interpolado de temperatura e precipitação de Aracaju	69
Figura 58 - Imagem de satélite da cidade de Aracaju, com destaque à área de intervenção	70
Figura 59 - Mapa de identificação dos equipamentos e serviços no entorno do terreno	71
Figura 60 - Escassez de vegetação, com a presença da única árvore no terreno	72
Figura 61 - Massa arbustiva presente no terreno	72
Figura 62 - Córrego presente na extremidade direita do terreno	72
Figura 63 - Localização do Terreno	73
Figura 64 - Carta solar de Aracaju do Analysis SOL-AR	74
Figura 65 – Análise climática do terreno	74
Figura 66 - Implantação do conjunto habitacional	77
Figura 67 – Esquema de distribuição da ventilação no interior das quadras	78
Figura 68 – Detalhe da quadra com a alameda de pedestres	79
Figura 69 – Via secundária de tráfego sinuosa com o estacionamento	80
Figura 70 - Modelo do contentor de resíduos	80
Figura 71 - Corte da via com a localização da lixeira	81
Figura 72 - Espécies selecionadas para arborização	83
Figura 73 - Esquema da localização do banco de dutos da fiação subterrânea e iluminação pública	84
Figura 74 - Detalhe da pavimentação do conjunto	85

Figura 75 - Planta de layout dos Modelos 1 e 2 (à esquerda) e Modelo 3, com suas possíveis ampliações futuras.....	87
Figura 76 - Planta baixa de layout da unidade habitacional acessível	88
Figura 77 – Modelo 1 da unidade habitacional.....	90
Figura 78 - Esquema da cobertura para o Modelo 1 da unidade habitacional	91
Figura 79 - Janela dupla, em madeira com veneziana e vidro, com bandeira superior	91
Figura 80 – Parede de cobogó aplicada no Modelo 1 da unidade habitacional	92
Figura 81 - Modelo do cobogó desenvolvido.....	92
Figura 82 - Pergolado de madeira com brisas horizontais	93
Figura 83 - Modelo 2 da unidade habitacional.....	93
Figura 84 - Esquema da cobertura para o Modelo 2 da unidade habitacional	94
Figura 85 - Janela dupla em madeira e vidro	94
Figura 86 - Parede de cobogó aplicado no Modelo 2 da unidade habitacional	95
Figura 87 - Brises aplicado em frente as janelas no Modelo 2 da unidade habitacional.....	95
Figura 88 - Modelo 3 da unidade habitacional.....	96
Figura 89 - Esquema da cobertura, com o detalhe da telha, para o Modelo 3 da unidade habitacional.....	97
Figura 90 - Janela com peitoril ventilado utilizado	97
Figura 91 - Brises metálicos acompanhando a curvatura.....	98
Figura 92 - Brises em madeira aplicado no Modelo 3 da unidade habitacional.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução Populacional 1991-2010.....	19
Tabela 2 - Estimativa do Déficit Habitacional de Aracaju em 2010	20
Tabela 3 - Unidades habitacionais entregues em 2013 e a serem construídas em 2014.....	20
Tabela 4 - Custos de terra, infraestrutura e construção da habitação	22
Tabela 5 - Diretrizes de ocupação do solo do Plano Diretor de Aracaju para a ZAB 76	
Tabela 6 - Lista de áreas e dimensões mínimas dos ambientes residenciais para Aracaju.....	76
Tabela 7 – Áreas dos ambientes da unidade habitacional	86
Tabela 8: Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para a vedação externa da Zona 8	89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 OBJETIVO.....	12
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	12
2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	12
2.1.1 Definições.....	12
2.1.2 Um breve histórico da habitação social no Brasil	13
2.1.3 A situação atual da habitação social em Aracaju	19
2.2 O CONFORTO TÉRMICO.....	22
2.2.1 O organismo humano e o equilíbrio térmico.....	23
2.2.2 Variáveis climáticas.....	25
2.2.2.1 Fatores climáticos globais	25
2.2.2.2 Fatores climáticos locais.....	29
2.2.2.3 Elementos climáticos	31
2.3 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	35
2.3.1 Cartas Bioclimáticas	36
2.3.2 NBR 15220/05 – Desempenho Térmico de Edificações.....	38
2.3.3 Software Análisis Bio	39
3 ANÁLISE DE PROJETO DE HIS DA PREFEITURA DE ARACAJU	39
4 REFERENCIAIS ARQUITETÔNICOS	42
4.1 PROPOSTA DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COM ÊNFASE NO CONFORTO TÉRMICO PARA A CIDADE DE MACAÍBA/RN	42
4.2 PROTÓTIPO DE HABITAÇÃO SOCIAL COM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O CLIMA DE BELO HORIZONTE/MG	46
4.3 VENCEDOR DO CONCURSO “HABITAÇÃO PARA TODOS” – CATEGORIA CASAS TÉRREAS	49
4.4 MENÇÃO HONROSA DO CONCURSO “HABITAÇÃO PARA TODOS” – CATEGORIA SOBRADOS.....	53
4.5 EXEMPLOS DE TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO PASSIVO	56
4.6.1 Desenho urbano.....	57
4.6.2 Componentes Arquitetônicos.....	59
5. ANÁLISE DO OBJETO.....	68
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DE ARACAJU	68

5.2 ÁREA DE INTERVENÇÃO.....	70
5.2.1 Aspectos físicos e ambientais.....	70
5.2.2 Aspectos Legais	75
5.2.1.1 Lei de Parcelamento e Ocupação do Solo e o Plano Diretor.....	75
6.3.1.2 Código de Obras e Edificações	76
6 PROPOSTA PROJETUAL.....	77
6.1 IMPLANTAÇÃO	77
6.2 UNIDADE HABITACIONAL.....	85
6.2.1 Materiais e sistemas construtivos.....	88
6.2.1.1 Modelo 1	90
6.2.1.2 Modelo 2	93
6.2.1.1 Modelo 3	96
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE	107

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O déficit habitacional pode ser considerado, na atualidade, um dos principais problemas sociais urbanos do Brasil, afetando principalmente as comunidades de baixa renda que possuem dificuldade de adquirir uma habitação (MOTTA, s.d.; ABIKO, 1995). Essa situação está dentro do nosso processo histórico-político de formação das cidades, onde a necessidade de suprir a demanda por habitação é permanente (ABIKO, 1995; FREITAS, 2005).

Observando a história da habitação social no Brasil, percebe-se que, apesar dos investimentos feitos pelo governo para atender o direito e a demanda por moradia da população mais carente, esses programas não solucionam o problema habitacional totalmente. Uma das questões a ser considerada está relacionada ao conforto e a qualidade da habitação de interesse social que, muitas vezes, são deixadas de lado, pelo fato de que um bom projeto estar entendido equivocadamente como um projeto caro (MONTEIRO, 2012).

Na cidade de Aracaju, os problemas enfrentados, em relação à habitação social, não são muito diferentes do restante do país. Os conjuntos habitacionais são, geralmente, implantados na periferia da cidade, em locais ermos e distante do centro, onde a infraestrutura é precária e o acesso aos serviços urbanos é restrito. Já a unidade residencial propriamente dita apresenta dimensões bastante reduzidas e desconfortáveis, seguindo um padrão de projeto pré-estabelecido que é reproduzido de forma repetitiva e automática, sem levar em consideração, muitas vezes, a localização, a implantação, as condicionantes climáticas e o seu entorno.

Para que a habitação social seja adequada, ela deve proporcionar a seu usuário qualidade de vida:

“Qualidade de vida é equidade no acesso à infraestrutura (abastecimento d’água, esgotamento sanitário, limpeza pública, drenagem urbana), é direito à moradia, trabalho, circulação e lazer, é acesso aos bens, equipamentos e serviços urbanos, é a liberdade e capacidade de escolha entre lugares e estilos de vida, é a garantia de conservação dos recursos naturais. Qualidade de vida engloba o conforto, o bem comum e o ambiente. A qualidade de vida pode ser uma apreciação estética e funcional, independente de estudos científicos, dados estatísticos e decisões

administrativas. A população, ao perceber a harmonia entre espaços, volumes e usos, quanto à legibilidade plástica e à eficiência das funções moradia, trabalho, circulação e lazer, atribuiria um valor ao ambiente construído e, por conseguinte, uma qualidade de vida aos seus usuários.” (FREITAS, 2005)

De tal modo, o conforto ambiental está representado pelos elementos do clima urbano (temperatura, umidade, ventilação, iluminação) e fenômenos a eles relacionados (ilhas de calor, inversão térmica, poluição ambiental), tanto quanto pelos elementos da forma e da infraestrutura urbana, que são indicadores e atributos para a construção da qualidade de vida no espaço urbano (*ibidem*).

1.2 OBJETIVO

Portanto, o presente trabalho pretende adequar a proposta de habitação de interesse social da cidade de Aracaju, como também, o conjunto onde está inserido aos requisitos bioclimáticos, apresentando materiais e técnicas construtivas eficazes para tornar a moradia e o seu entorno, apropriados ao clima da região e, assim, proporcionar qualidade de vida aos seus moradores.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

2.1.1 Definições

Segundo Abiko (1995), a definição mais abrangente da habitação é a de abrigo, que se constitui em um espaço que protege o homem dos intrusos e das intempéries. Com o desenvolvimento de suas habilidades, o homem passou a empregar novos materiais e técnicas, tornando esse abrigo cada vez mais elaborado. E com o surgimento das cidades, uma nova função é acrescida a habitação, além de ser o ambiente das atividades domésticas, é o espaço no qual muitas vezes se desenvolve atividades de trabalho.

“[...] a moradia é entendida como um direito individual e coletivo a ser alcançado pela universalização do acesso a unidades com padrão digno, de modo que sejam garantidas condições de habitabilidade em áreas com infraestrutura, saneamento ambiental, mobilidade, transporte coletivo, equipamentos, serviços urbanos e sociais” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, não se pode considerar a habitação social apenas por um aspecto isolado, é preciso ter um conhecimento abrangente para compreender essa problemática. A habitação de interesse social é geralmente rotulada como uma residência voltada para a população de baixa renda, assim como define o próprio Plano Diretor de Aracaju. Contudo, ela deve ser entendida também “como o resultado de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos” (ABIKO, 1995).

Considerando esse amplo conceito da habitação, é necessário que a unidade habitacional contenha alguns requisitos para que se cumpra a sua função social, como também arquitetônica. Oferecer um espaço confortável, saudável e com segurança que esteja integrado adequadamente ao seu entorno e ao ambiente que o circunda, é uma das características indispensáveis que a habitação de interesse social precisa apresentar para tornar-se aquilo que, por definição, deveria ser.

2.1.2 Um breve histórico da habitação social no Brasil

De acordo com Motta (s.d.), desde o fim do século XIX um conjunto de acontecimentos influenciaram a expansão e formação das cidades brasileiras. Com o fim da escravidão muitos negros migraram do campo para as cidades e, simultaneamente, os imigrantes europeus chegaram para trabalhar na recente indústria brasileira. Esses fatores provocaram o crescimento da população nas cidades, fato que ocasionou uma demanda por moradia, transporte e demais serviços urbanos.

A partir de então, surge os primeiros indícios de segregação espacial e a consequente necessidade por habitação (BONDUKI, 1998 *apud* MONTEIRO, 2012). A questão habitacional passou a ser vista como um problema de saúde pública, pois o crescimento desordenado de habitações coletivas em locais clandestinos, que não possuíam os serviços básicos de saneamento, e sua

proximidade com outros bairros ameaçava a higiene sanitária da população urbana. É nessa conjuntura que, no final do século XIX, passa a ser discutida a criação de leis e normas de controle de uso e ocupação do solo e de controle sanitário (LARCHER, 2005).

De acordo com Farah (*apud* LARCHER, 2005), do início do século XX até a década de 1930, a habitação de interesse social não foi objeto de iniciativa pública no Brasil. A intervenção do Estado esteve presente somente na criação de leis e no incentivo às empresas privadas na construção de vila operárias. Assim, “diversas cidades brasileiras tiveram o problema da habitação agravado, com o poder público atuando de maneira pontual e ineficiente” (MOTTA, s.d.). Somente a partir da Revolução de 30, com a urbanização e industrialização, deu-se início a uma política habitacional no Brasil.

O governo, então, adotou uma política de erradicação das favelas e passou a financiar casas de aluguel por meio dos IAP's - Institutos de Aposentadoria e Pensão – apesar desse programa não ter como foco principal a habitação, ele contribuiu para a qualidade da construção do programa habitacional do século XX (SOARES, 2006 *apud* MONTEIRO, 2012). Um dos projetos desenvolvidos, nesse período pelo IAP, foi o Conjunto Habitacional Pedregulho (Figura 1) projetado pelo arquiteto Affonso Reidy, construído em 1948, no Rio de Janeiro. Contudo, a principal medida da política habitacional nesse período foi a criação, em 1946, da Fundação da Casa Popular (FCP), o primeiro órgão nacional responsável pela provisão de moradias para população de baixa renda (AZEVEDO e ANDRADE, 1982).

Figura 1 - Conjunto Habitacional Pedregulho



Fonte: O Globo, 2009

A FCP ficou encarregada de realizar diversas funções relacionadas à política urbana em geral, para tornar viável a construção dos conjuntos habitacionais (MONTEIRO, 2012). Na década de 50, mesmo com o grande avanço da indústria brasileira, a intensa expansão urbana é marcada pela desigualdade, com o crescimento exponencial do problema habitacional, devido à ocupação de favelas e loteamentos ilegais na periferia (MOTTA, s.d.; FARAH, 1988, *apud* LARCHER, 2005). Nesse contexto, a FCP passa por uma fase de fortalecimento durante o governo JK, passando pelo seu período mais eficaz, com mais investimentos e maior número de unidades habitacionais construídas. Entre elas está o Conjunto Habitacional Getúlio Vargas, projetado pelo arquiteto Flávio Rêgo, construído em 1954 em Deodoro no Rio de Janeiro (Figura 2).

Figura 2 - Conjunto habitacional Getúlio Vargas



Fonte: Cidades Possíveis, 2011

Porém, “devido ao acúmulo de atribuições, à falta de recursos e de força política, somadas à ausência de respaldo legal”, essa fundação se tornou inoperável; tendo as suas funções reduzidas, em 1952, pelo governo federal (MOTTA, s.d.). Apesar das tentativas para restabelecê-la, a FCP teve uma atuação inexpressiva quanto ao número de unidades habitacionais, produzindo “somente 18.132 moradias, enquanto que os IAP’s, surgido com o propósito inicial de cuidar de aposentadorias e pensões, produziram 123.995 unidades habitacionais.” (BONDUKI, 1998 *apud* MONTEIRO, 2012). Assim, num período de grande

crescimento populacional até 1964, houve um déficit estimado de oito milhões de moradias (FARAH, 1988, *apud* LARCHER, 2005).

O fracasso da Fundação da Casa Popular se deve pelo fato dos programas habitacionais, que são voltados para o benefício da população de baixa renda, estarem vinculados ao mercado financeiro, o qual exige um retorno de investimento do setor. Como a moradia da FCP era integralmente subsidiada, ela não estava oferecendo o retorno esperado, e por isso não se conseguiria ampliar significativamente o atendimento a casa própria, quaisquer que fossem as inversões realizadas (AZEVEDO e ANDRADE, 1982).

Com o golpe militar, em 1964, a FCP foi extinta, sendo instituído o Plano Nacional de Habitação que buscava contribuir para a estabilidade social, movimentar a economia e trazer desenvolvimento para o país (AZEVEDO e ANDRADE, 1982). Com ele, foi criado o Banco Nacional da Habitação (BNH) que se tornou o principal órgão da política habitacional e urbana do país (MOTTA, s.d.), com o objetivo de “orientar, disciplinar e controlar o Sistema Financeiro da Habitação” e para promover a construção e a obtenção de casa própria, principalmente pelas classes de menor renda” (AZEVEDO e ANDRADE, 1982).

Segundo Azevedo e Andrade (1982), essa nova política habitacional surge num momento em que é crucial para o novo regime mostrar que é capaz de atacar problemas sociais:

“Buscava-se implementar a produção em massa, para atender às necessidades crescentes de habitações, assim como viabilizar a criação de empregos e a expansão do subsetor edificações no país, onde se consolidava a hegemonia do capital privado nacional. A partir deste momento, as diretrizes da habitação passaram a ser mais técnicas e econômicas que sociais” (FARAH, 1998 *apud* LARCHER, 2005)

Até o início da década de 70, com o mercado voltado para a industrialização e para a produção em massa empregando-se novos materiais construtivos, como os elementos estruturais pré-fabricados, o setor teve grande expansão (*ibidem*, 2005). No entanto, com a crise do petróleo em 1974, o setor habitacional também entrou em declínio, forçando o BNH a redefinir suas metas e estreitar o mercado para combater o déficit habitacional das camadas mais pobres (FARAH, 1996 *apud* LARCHER, 2005). Assim, a construção de unidades em conjuntos habitacionais teve um aumento expressivo, como exemplo o Conjunto

Habitacional Padre Manoel de Nóbrega (Figura 3) em Campinas-SP projetado por Joaquim e Liliana, promovido pela COHAB – Companhia Habitacional - e construído em 1974.

Figura 3 - Conjunto Habitacional Padre Manoel de Nóbrega



Fonte: Sanvitto, 2011

Contudo, o crescimento da crise financeira nos anos 80 acarretou a extinção do BNH em 1986, transferindo suas atribuições para a Caixa Econômica Federal (MOTTA, s/d). Em paralelo à crise do sistema habitacional, no final dos anos 80 foram adotadas “estratégias de racionalização para melhorias de qualidade e produtividade”, com a finalidade de minimizar os custos das construções (FARAH, 1992 *apud* LARCHER, 2005). Além disso, em 1988, com a vigência da Constituição Brasileira, foi efetivado o processo de descentralização das políticas públicas, passando a gestão dos programas sociais à pertinência dos Estados e Municípios (BRASIL, 2004).

Os anos da década de 90 foram marcados por alguns eventos históricos de âmbito internacional, dentre os quais, o de maior importância foi a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Humano, realizada no Rio de Janeiro em 1992, reunindo mais de 170 países. Essa reunião teve como resultado a aprovação da Agenda 21, um documento que concilia “métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”, servindo como instrumento para o desenvolvimento de cidades sustentáveis (BRASIL, s/d).

No mesmo ano, no governo do presidente Itamar Franco, foi constituído o Fórum Nacional de Habitação, que teve como finalidade a construção de uma parceria entre os “interesses envolvidos no financiamento, na produção e no uso da moradia” (MOTTA, s/d). No final do século XX, em 1999, foi criado, pela

Medida Provisória nº 1.823 o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), com o objetivo específico de propiciar moradia à população de baixa renda, sob a forma de contratos de arrendamento residencial, transformando a aquisição do imóvel mais acessível. (MENEZES, s/d).

Já o início do século XXI, no ano de 2001, foi aprovado o Estatuto da Cidade, que busca garantir a função social da propriedade e a regularização fundiária, entre outros pontos. O fortalecimento dessas políticas deu início, a partir do governo do presidente Luís Inácio Lula da Silva, com a criação do Ministério das Cidades, em 2003, que se tornou o órgão responsável pela Política de Desenvolvimento Urbano (BRASIL, 2004). Posteriormente, em 2004, foi aprovada a Política Nacional de Habitação, que tem como primazia:

“[...] a integração dos assentamentos precários à vida urbana, garantindo os serviços básicos, como saneamento, regularização fundiária e moradia digna, associada ao desenvolvimento econômico como uma estratégia importante na redução da pobreza e de fortalecimento da sustentabilidade urbana” (PMA, 2011)

Em 2007, foi anunciado o Programa de Aceleração do Crescimento que atua em diferentes áreas (energia, rodovias, portos, saneamento e habitação) para promover o desenvolvimento e que foi capaz de alterar, de certo modo, a limitação de investimento no país desde 1980 (*ibidem*). Por fim, ainda no governo do presidente Lula, foi criada a principal política de habitação social do país, o Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV, do Ministério das Cidades, lançado em 2009 que tem como objetivo construir moradias para atender as famílias com renda de até 10 salários mínimos (MOTTA, s/d).

Contudo, assim como em outros programas, o PMCMV também possui a participação da iniciativa privada como principal provedora das habitações. Sendo assim, os recursos destinados às construções habitacionais ficaram concentrados para as famílias com renda de 3 a 10 salários mínimos, ainda que a demanda por habitação seja maior para as famílias com renda de até 3 salários mínimos (*ibidem*, s/d).

Através dos relatos históricos sobre as políticas nacionais para habitação, pode-se perceber que os programas nacionais, que são obrigação e direto do Estado, se tornaram uma questão de mercado (AZEVEDO e ANDRADE, 1982 *apud* MOTTA, s/d). Essa inversão mostra a contraditória realidade, de conciliar

a função social da política habitacional com o interesse empresarial da produção de moradias. Apesar dos investimentos feitos pelo Governo para enfrentar o problema da habitação, como a elaboração de diversidade de programas habitacionais, “os mesmos ainda não foram suficientes para atender a demanda da população de baixa renda” (PMA/SEPLAN, 2011).

2.1.3 A situação atual da habitação social em Aracaju

Como visto no item anterior, a habitação para a população de baixa renda é um problema histórico que persiste até os dias atuais em todo o território nacional. O município de Aracaju está inserido nessa problemática urbana. A administração pública, através da Secretária Municipal da Família e da Assistência Social (SEMFAS), em parceria com o Governo Estadual e o Ministério das Cidades, beneficia os inscritos em programas habitacionais com moradias de interesse social.

O déficit habitacional de Aracaju vem sendo acumulado historicamente pelo seu crescimento e desenvolvimento (PMA, 2011). Nos últimos vinte anos, entre 1991 e 2010, a população de Aracaju apresentou um crescimento 41,96%, enquanto a população sergipana cresceu 38,62% (Tabela 1). Este crescimento maior da capital ocorreu em detrimento de diversos fatores como: concentração da terra, industrialização, políticas públicas habitacionais, desemprego, imigração e outros (*ibidem*, 2011).

Tabela 1 - Evolução Populacional 1991-2010

Ano	Aracaju	Sergipe	Brasil
1991	402.341	1.491.876	146.825.475
1996	425.726	1.616.185	156.032.944
2000	461.534	1.784.475	169.799.170
2007	520.303	1.939.426	183.987.291
2010	571.149	2.068.017	190.755.799

Fonte: IBGE, 2010

A Prefeitura Municipal de Aracaju, em conformidade com as políticas nacionais, elaborou, em 2011, o Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) que “se propõe a definir diretrizes e formular uma estratégia municipal, a ser implementada na perspectiva de dar uma resposta planejada à sociedade em longo prazo” (PMA, 2011). A proposta do Plano tem como finalidade combater o déficit

habitacional, atingindo significativamente a população de renda mais baixa e mais desprovida de acesso aos serviços urbanos.

Segundo a Fundação João Pinheiro (FJP), em 2010, Sergipe possuía um total de 591.400 domicílios particulares permanentes, alcançando um déficit habitacional de 74.387 unidades, representando 12,6% do total de domicílios. Já Aracaju, com um total de 169.586 domicílios particulares permanentes, atingiu, no mesmo ano, um déficit habitacional de 24.481 unidades (Tabela 2) representando 14,4% do total dos domicílios da capital e 4,14% dos domicílios do estado.

Tabela 2 - Estimativa do Déficit Habitacional de Aracaju em 2010

Domicílios precários	1.070
Coabitação familiar	10.533
Ônus excessivo com aluguel urbano	11.478
Adensamento excessivo de domicílios alugados	1.400
TOTAL	24.481

Fonte: Fundação João Pinheiro, 2013

De acordo com a SEMFAS (2014), atualmente existem 5.810 pessoas cadastradas para receber o benefício da casa própria pelos programas habitacionais da Prefeitura de Aracaju. No ano de 2013, já foram construídas e entregues 3.103 unidades habitacionais e para 2014 está previsto a construção de mais 521 unidades, entre casas e apartamentos (Tabela 3). Tendo como base esses dados, seria necessário construir mais 2.186 unidades para suprir a demanda existente. Contudo, sabe-se que o cadastro realizado pela Prefeitura não abrange completamente o déficit habitacional do município.

Tabela 3 - Unidades habitacionais entregues em 2013 e a serem construídas em 2014

BAIRRO	ENTREGUES	A CONSTRUIR
17 de Março	2335	371
Lamarão	410	_____
Coqueiral	358	_____
Santos Dumont	_____	150
TOTAL	3103	521

Fonte: SEMFAS, 2014

Para vencer esse déficit, é necessário fazer o uso de programas habitacionais existentes no Plano Nacional de Habitação. Dentre os programas

desenvolvidos pela Prefeitura de Aracaju estão o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) e o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). De acordo com a Portaria de nº 93 do governo federal, de 24 de Fevereiro de 2010, que dispõe sobre a aquisição e alienação de imóveis sem prévio arrendamento no âmbito do PAR e do PMCMV, os programas possuem atores sociais, que são os principais responsáveis pela efetivação do programa: o poder público municipal é incumbido de cadastrar e contemplar as famílias; a Caixa Econômica Federal é o agente aprovador e fiscalizador das obras e projetos; o FAR – Fundo de Arrendamento Residencial – atua como financiador e as empresas de construção civil são encarregadas pela execução dos projetos.

O Programa de Arrendamento Residencial foi criado para atender à necessidade de habitação da população que reside em centros urbanos. O programa fica encarregado pela compra do terreno e pela contratação de uma construtora privada, responsável por construir as unidades habitacionais. Finalizada a construção, a CEF seleciona as famílias beneficiárias e as unidades são arrendadas com opção de compra do imóvel ao final do período contratado, que é de 180 meses (CEF, s/d). O PMCMV, criado em 2009, disponibiliza recursos subsidiados para a produção e compra de novos projetos habitacionais de interesse social para famílias que vivam em qualquer município brasileiro (PMA, 2011).

Para participar dos programas, as famílias devem possuir renda mensal limite de três salários mínimos. Segunda a Portaria mencionada, o valor máximo para a aquisição de uma casa elaborada pelo programa no estado de Sergipe é de R\$ 37.000,00. Mas, em estudo realizado em diversos conjuntos habitacionais de Aracaju (PMA, 2011), o custo total de um domicílio é de R\$ 27.636,05 (Tabela 4). A contribuição do beneficiário para a obtenção do imóvel é feita pelo financiamento, com prestação mensal de 10% da renda familiar, com parcelas mínimas de 50 reais. Vale destacar que os limites estabelecidos pela modalidade referem-se ao financiamento enquadrado na faixa de renda familiar de até três salários mínimos.

Tabela 4 - Custos de terra, infraestrutura e construção da habitação

TIPO DE SOLUÇÃO	CUSTO MÉDIO POR DOMICÍLIO
Urbanização com implantação de infraestrutura em assentamentos precários.	5.369,09
Unidade habitacional unifamiliar com execução de infraestrutura pública	14.209,70
Lote de 126 m ² , acrescido de 40% por conta de urbanização.	8.057,26
TOTAL	27.636,05

Fonte: EMURB, CEF *apud* PLHIS, 2011

A Cartilha do PMCMV, fornecida pela CEF, apresenta algumas diretrizes que podem favorecer a disponibilidade de terrenos com melhor localização na cidade para implantação de projetos habitacionais, através de instrumentos presentes no Plano Diretor. No município de Aracaju existem áreas vazias, com grande valor de mercado. A aquisição dessas terras para fins de políticas habitacionais pode ser realizada por meio das operações imobiliárias explanadas na Cartilha, que também estão inseridas no PDDUS de Aracaju.

2.2 O CONFORTO TÉRMICO

O conforto, de um modo geral, pode ser entendido como comodidade, alívio, bem-estar, estado de satisfação física ou moral, consolo. Existem vários conceitos¹ e requisitos sobre o conforto que podem variar de acordo com o tempo e o espaço, a cultura, o clima e as áreas de interesse.

A Arquitetura tem como uma de suas funções fornecer meios para elaboração de abrigo ao homem e atender suas exigências de conforto, no qual o conforto térmico está inserido. A necessidade humana de manter seu organismo em funcionamento adequado se deve, em boa parte, a manutenção do seu equilíbrio térmico. Assim, a Arquitetura deve proporcionar condições adequadas ao conforto

¹ “Conforto – Ato ou efeito de confortar(-se); Consolo, alívio; Do inglês ‘comfort’: bem-estar material; comodidade” (FERREIRA, Aurélio. 1986)

“Conforto – Tudo o que constitui o bem-estar material: gostar de conforto” (Grande Enciclopédia Larousse Cultural, 1998, v. 7, p. 1560)

“Confortável – Que contribui para o bem-estar, para os prazeres da vida: uma casa confortável” (Grande Enciclopédia Larousse Cultural, 1998, v. 7, p. 1560).

térmico humano no interior das construções, independentemente da situação externa. (FROTA e SCHIFFER, 2001)

Portanto, o conforto térmico pode ser definido como “a situação de satisfação psicofisiológica com as condições térmicas de um ambiente onde a manutenção da homeostase humana é obtida” (EDHOLM, 1985; GIVONI, 1976 *apud* BITTENCOURT, 2008). Sendo assim, as exigências humanas de conforto térmico estão relacionadas a questões psicológicas de satisfação do ambiente como também as condições climáticas e do entorno que interferem no equilíbrio fisiológico.

Para obter um resultado térmico nas edificações é necessário ter o conhecimento de diversos elementos que estão a ele vinculados: as exigências humanas de conforto térmico, o clima e suas variações, os mecanismos de trocas de calor, as características térmicas dos materiais, os dados relativos ao entorno e dos mecanismos gerais para o partido arquitetônico adequado a climas específicos. (FROTA e SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000). O entendimento desses elementos e da associação entre eles pode contribuir para a obtenção de uma arquitetura bioclimática.

2.2.1 O organismo humano e o equilíbrio térmico

O homem, por ser um animal homeotérmico, necessita manter sua temperatura corporal interna constante, aproximadamente 37°C. O ser humano precisa liberar certa quantidade de calor para estabelecer esse equilíbrio térmico com o meio, o qual ocorre através de diferentes processos de trocas térmicas. O organismo humano, que é comparado a uma máquina térmica, produz sua energia a partir das reações químicas entre elementos combustíveis orgânicos, o metabolismo (FROTA e SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000).

Segundo Frota e Schiffer (2001), as trocas de calor podem ser secas - que envolvem variação de temperatura - ou úmidas – que envolvem a mudança de estado (líquido e gasoso) da água:

- Radiação: troca de calor seca entre dois corpos — que guardam entre si uma distância qualquer — através de sua capacidade de emitir e de absorver energia térmica;

- Condução: troca de calor seca entre dois corpos que se tocam ou mesmo partes do corpo que estejam a temperaturas diferentes;
- Convecção: troca de calor seca entre dois corpos, sendo um deles sólido e o outro um fluido (líquido ou gás);
- Evaporação: troca térmica úmida proveniente da mudança do estado líquido para o estado gasoso;
- Condensação: troca térmica úmida decorrente da mudança do estado gasoso do vapor d'água contido no ar para o estado líquido;

Segundo Toledo (*apud* ROMERO, 2000), a termorregulação é um dos meios de controlar a perda de calor do homem para o meio. A pele é o órgão termorregulador do organismo humano e é através dela que ocorrem as trocas calor. Por meio da regulação vasomotora do fluxo sanguíneo e da transpiração ativa, a temperatura da pele é ajustada (FROTA e SCHIFFER, 2001). Assim, a sensação de conforto térmico é atingida quando esses mecanismos autorreguladores estão em atividade mínima (FREITAS, 2005).

Outro fator que interfere nas trocas de calor do corpo com o meio são as vestimentas. Elas devem ser utilizadas adequando-se ao clima e as atividades desenvolvidas pelo indivíduo. Diversos tipos de roupas funcionam como um obstáculo, produzindo um isolamento térmico, pois formam uma camada, mesmo que mínima, de ar parado. Essa barreira criada dificulta, por exemplo, a troca de calor por convecção entre o vento e o corpo humano (BITTENCOURT, 2010; FREITAS, 2005; FROTA e SCHIFFER, 2001).

A percepção térmica do homem também depende da atuação de elementos climáticos, principalmente a temperatura, a radiação solar, a umidade e o movimento do ar. A partir da combinação desses quatro elementos, atuando sobre o organismo humano, associados à atividade desenvolvida e a vestimenta, são determinadas 'zonas de conforto' de acordo com a necessidade do ser humano de manter um equilíbrio higrotérmico (FREITAS, 2005; FROTA e SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000).

2.2.2 Variáveis climáticas

Segundo Romero (2000), o estudo do clima abrange a formação resultante de fatores geomorfológicos e espaciais, assim como a caracterização dele definida por seus elementos. Assim, para um melhor entendimento da influência do clima sobre o homem e o ambiente, as variáveis climáticas foram divididas em fatores climáticos – radiação solar, latitude, longitude, altitude, vento, distribuição de massas de terra e água, topografia, vegetação e superfície do solo -, os quais estão subdivididos em fatores globais e locais, e em elementos climáticos – precipitações, temperatura, umidade e movimentação do ar.

2.2.2.1 Fatores climáticos globais

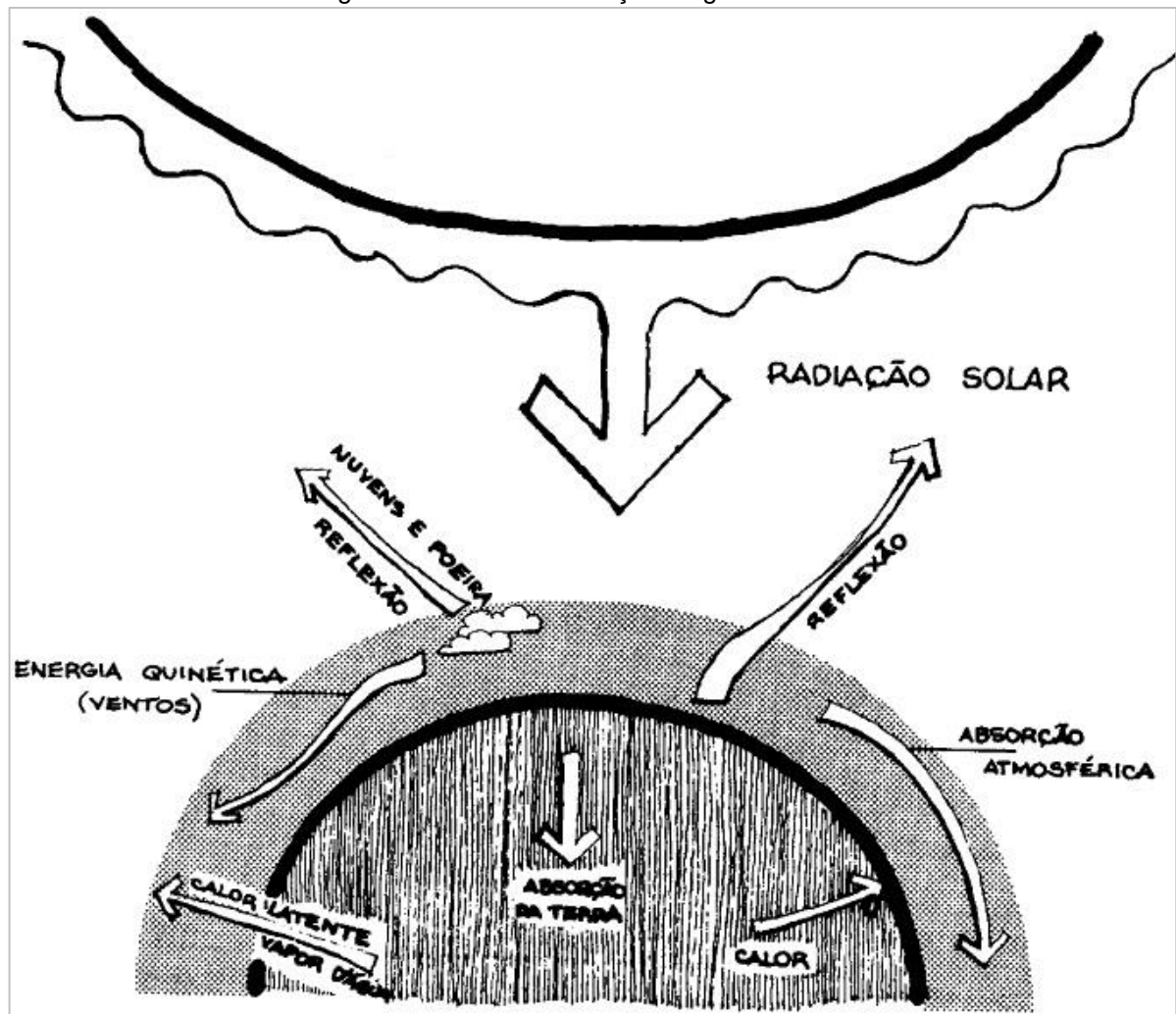
Segundo Romero (2000) os fatores globais “são aqueles que condicionam, determinam e originam o clima nos seus aspectos macro ou mais geral”.

a) Radiação solar

Como visto anteriormente, a radiação é uma troca de energia entre dois corpos em que emite e absorve energia térmica. No caso da radiação solar, ondas eletromagnéticas são transmitidas pelo Sol e parcialmente absorvidas pela atmosfera terrestre, provocando variação na temperatura do ar (Figura 7). A quantidade de radiação que é absorvida e/ou refletida varia conforme com as estações do ano, a latitude, a nebulosidade, a quantidade de vapor d'água, a movimentação aparente do Sol e a característica da superfície de incidência (FROTA e SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000).

Segundo Lamberts (2005), a incidência do calor solar que atinge a Terra - radiação global - pode ser classificada em radiação direta ou difusa (Figura 4). A radiação direta é a porção da radiação solar que atinge diretamente a superfície de contato sem que haja qualquer interação com a atmosfera. Já a radiação difusa é a fração da radiação solar que atravessa a atmosfera sendo difundida pelos constituintes atmosféricos sofrendo alteração em sua direção.

Figura 4 - Efeitos da radiação no globo terrestre



Fonte: Crowther, 1977 apud Romero, 2000

Sendo assim, a radiação terrestre é maior quando o céu está claro e sem nuvens, apresentando uma maior parcela da radiação direta. Já quando a atmosfera está nublada “pode apresentar uma parcela de radiação difusa maior que a parcela direta” (*ibidem*, 2005). A incidência da radiação global é totalmente difusa nas proximidades da aurora e do crepúsculo e em “dias completamente nublados” (*ibidem*, 2005; ROMERO, 2001).

Na arquitetura, a incidência da radiação direta no interior dos ambientes deve ser avaliada de maneiras diferentes conforme a característica do clima da região onde está implantada a edificação. Para os climas frios, a radiação direta deve ser estimulada para promover o aquecimento, enquanto que nos climas quentes, a radiação deve ser evitada, sendo apenas almejada para alcançar iluminação natural (LAMBERTS, 2005).

b) Latitude, Longitude e Altitude

A latitude, longitude e a altitude são grandezas que determinam o posicionamento de um ponto no globo terrestre. A primeira é a distância medida a partir da linha do Equador. Segundo Frota e Schiffer (2001), a latitude, aliada a época do ano, determina o ângulo de incidência dos raios solares com relação ao horizonte e a quantidade de radiação solar a ser recebida em uma localidade. Sendo assim, “quanto maior for a latitude de um local, menor será a quantidade de radiação solar recebida” (*ibidem*, 2001).

A longitude é a distância medida a partir do Meridiano de Greenwich. Segundo Fitch (1971 *apud* Romero, 2000), a longitude não tem a mesma importância que a latitude, pois se refere mais a localização geográfica que ao clima propriamente dito. Já a altitude é a distância medida em relação ao nível do mar, devido a isso, é um dos fatores que mais influencia na variação de temperatura do ar conforme Romero (2000):

“Ao aumentar a altura, o ar está menos carregado de partículas sólidas e líquidas, e são justamente estas partículas que absorvem as radiações solares e as difundem aumentando a temperatura do ar.”

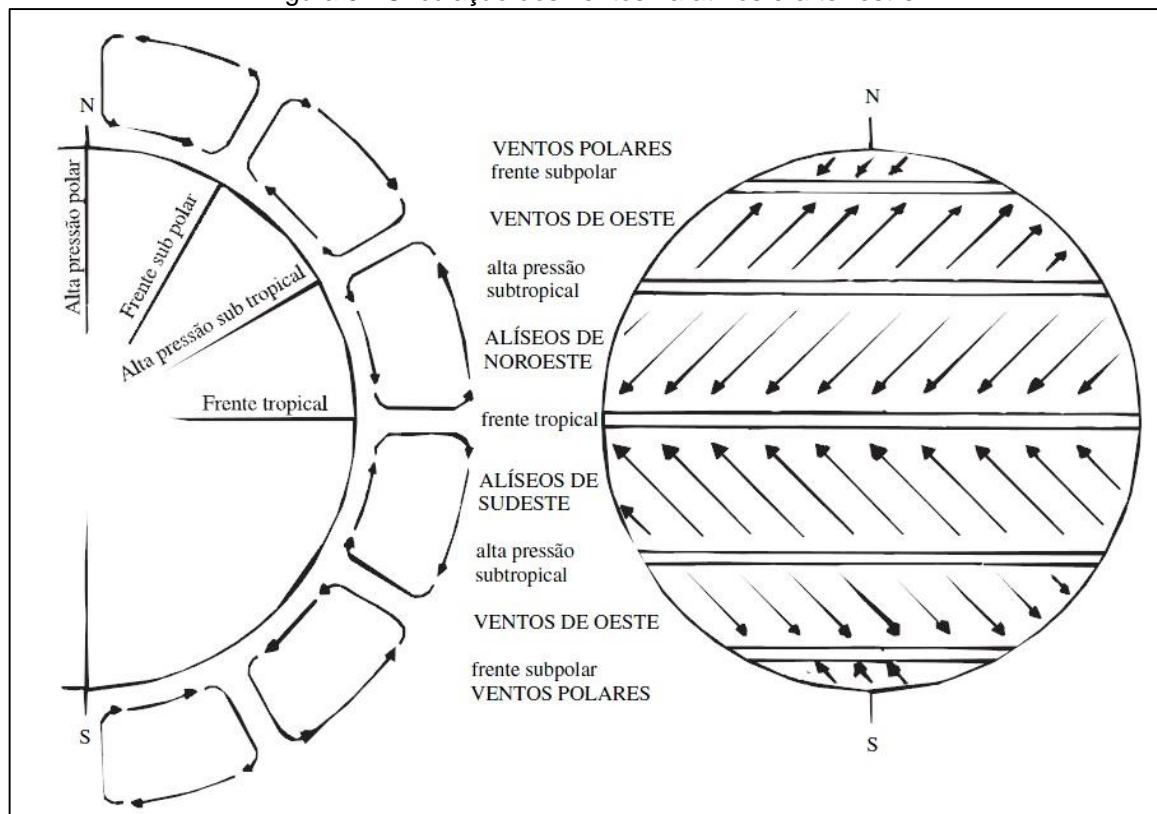
c) Vento

Segundo diversos autores, as oscilações das variações sazonais, a heterogeneidade do global na absorção de radiação, a presença de massas de água, de acidentes geográficos ou da vegetação natural e o movimento de rotação da Terra afetam a distribuição da temperatura e da pressão atmosférica sobre a superfície terrestre. A diferença de temperatura entre as massas de ar gera um fluxo de ar, que se desloca das áreas de alta pressão, onde o ar é mais frio e pesado, para as áreas de baixa pressão, onde o ar é mais quente e leve (BITTENCOURT, 2010; FROTA e SCHIFFER, 2001; LAMBERTS, 2005; ROMERO, 2000).

Sendo assim, na região localizada entre os Trópicos, encontra-se a zona mais aquecida do globo devido à radiação solar, nela o ar é expandido e se torna mais leve, deslocando-se verticalmente e criando zonas de baixa pressão. Nestas zonas, as correntes de ar decorrentes das regiões subtropicais provocam uma circulação horizontal. Parte do ar aquecido sobe até determinado ponto onde volta a resfriar e desce novamente, criando zonas de alta pressão que se

movimentam na direção Norte e Sul (Figura 5) (BITTENCOURT, 2010; FROTA e SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000).

Figura 5 - Circulação dos ventos na atmosfera terrestre



Fonte: Koenigsberger et al., 1974 apud Frota e Schiffer, 2001

Segundo Romero (2000), o movimento de rotação da Terra, que é no sentido de Oeste a Leste, gera uma força mecânica conhecida como Força de Coriolis. Bittencourt (2010) afirma que este fenômeno dá origem a um vento que se propaga na direção oposta ao movimento da Terra “que, em conjunto com a circulação horizontal do vento na superfície do globo”, define a configuração da circulação atmosférica. Então, a partir da influência mútua dessas duas forças (Translação e Coriolis) são produzidos os ventos do oeste e alísios que apresentam desvios de deslocamento em direções opostas.

d) Distribuição de massas de terra e água

Segundo Romero (2000) a proporção entre as massas de terra e os corpos de água tem grande influência no clima de um território, já que as próprias não são uniformes numa mesma latitude. A principal influência desses fatores é

motivada pela distinta capacidade que eles possuem de absorver o calor. As massas de terra apresentam diferenças de absorção do calor devido às características do solo. A água, que possui o calor específico aproximadamente duas vezes maior que o da terra, necessita de mais energia para elevar a temperatura (FROTA e SCHIFFER, 2001)

Como a terra aquece-se mais ligeiramente que água durante o dia, isso provoca uma movimentação do ar partindo do mar em direção a terra. Durante a noite ocorre o inverso, devido ao resfriamento da água ser mais lento, ela permanecerá aquecida por mais tempo que a terra, ocasionando uma “brisa terra-mar” (Figura 6) (BITTENCOURT, 2010; FROTA e SCHIFFER, 2001). Assim, pode-se dizer que a água, com relação ao seu entorno imediato, tem um efeito estabilizador. (ROMERO, 2000).

Figura 6 - Brisas diurnas e noturnas entre as massas de terra e água



Fonte: Bittencourt, 2010

2.2.2.2 Fatores climáticos locais

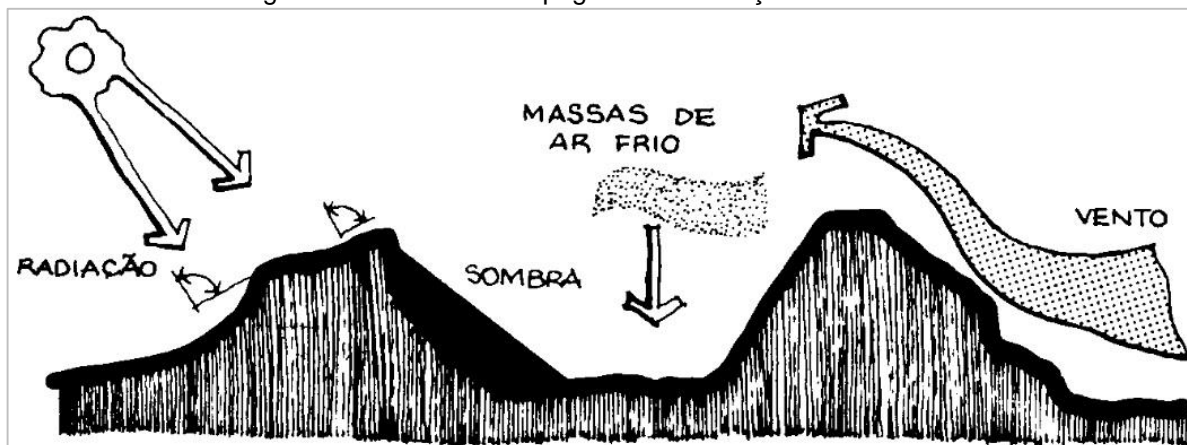
Segundo Romero (2000) os fatores locais “são aqueles fatores que condicionam, determinam e dão origem ao microclima isto é, ao clima que se verifica num ponto restrito”.

a) Topografia

Segundo Romero (2000), a topografia é a consequência de processos geológicos e orgânicos. Para sua análise devem ser verificadas “a declividade, a orientação, a exposição e a elevação das ondulações da superfície da terra”. A topografia pode afetar a temperatura, a velocidade, a direção e no teor de umidade do ar, como também ocasionar desvios ou canalização do fluxo de ar

(Figura 7). Além da radiação solar, que é recebida de maneira distinta ao longo da superfície (BITTENCOURT, 2010; FROTA e SCHIFFER, 2001). Assim, regiões com topografia irregular apresentam os microclimas mais diversificados.

Figura 7 - Influência da topografia na formação do microclima



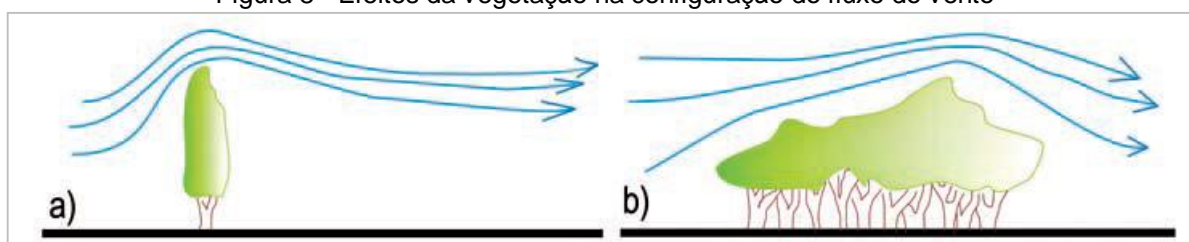
Fonte: Bardou e Arzoumanian, 1980 apud Romero, 2000

b) Vegetação

A vegetação é de grande importância para a formação dos microclimas. Assim como a água, a vegetação pode “estabilizar os efeitos do clima” no seu entorno mais próximo, “reduzindo os extremos ambientais” (ROMERO, 2000) e proporcionando sombreamento. Ela colabora com a redução da temperatura do ar através do seu metabolismo que absorver uma grande parte da radiação, liberando menos quantidade de calor que qualquer outro tipo de superfície. O processo fotossintético ainda contribui para a umidificação do ar, liberando vapores d’água.

A configuração do vento e o sombreamento, provocado pela vegetação, podem ser alterados pela sua forma, dimensão, densidade de suas folhagens, assim como pelo posicionamento entre as árvores e pela distância entre elas e a construção (Figura 8) (MELARAGNO, 1982 e VAN STRAATEN et al., 1965 apud BITTENCOURT, 2010). Sendo assim, segundo Bittencourt (2008), construções localizadas sob a sombra das folhagens recebem brisas frequentemente, desfrutando do sombreamento sem perder o fluxo do vento.

Figura 8 - Efeitos da vegetação na configuração do fluxo do vento



Fonte: Boutet, 1987 *apud* Bittencourt, 2010

c) Superfície do solo

O solo pode ser caracterizado como natural ou artificial/construído. Segundo Romero (2000), o conhecimento da natureza dos materiais superficial, sejam eles naturais ou construídos, é de grande valia para determinar a condutibilidade térmica, os índices de reflexão ou absorção da superfície, que vão influenciar nas condições climáticas locais. Outra grande característica que deve ser avaliada é o albedo – “proporção entre a luz do sol recebida e refletida por uma superfície” (*ibidem*, 2000). Portanto, quanto mais alto for o albedo de uma superfície, maior será a capacidade de refletir a radiação solar e mais baixa será a sua condutibilidade térmica. Sendo assim, materiais com baixo albedo auxiliam no equilíbrio dos extremos do clima (LAMBERTS, 1997).

2.2.2.3 Elementos climáticos

a) Temperatura do ar

Segundo Lamberts (1997), a temperatura do ar é a variável climática mais conhecida e mais fácil de ser medida. Sua variação é determinada pela quantidade de calor absorvida ou liberada pela superfície terrestre. Portanto, o aquecimento e resfriamento da terra ocorrem através da radiação solar, que é recebida de maneira diferente, devido ao tipo de solo, vegetação, topografia ou altitude; ou pelos fluxos de massas de ar de uma região para outra. Quando a fluxo de ar é baixo, a influência dos fatores locais é maior na determinação da temperatura, de mesmo modo o inverso também ocorre, quando o fluxo de ar é alto, a influência desses fatores é pequena.

O autor ainda afirma que o comportamento da temperatura de uma determinada região pode ser avaliado por meio dos seus dados climáticos. Eles

apresentam a amplitude térmica de um local, que é a diferença entre as temperaturas máximas e mínimas. Essa amplitude é influenciada pela umidade do ar, assim, quanto maior a umidade, menor a variação de temperatura. O conhecimento desse dado é de grande importante para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, uma vez que ele pode determinar o seu partido.

As propriedades dos materiais também podem ser utilizadas como diretrizes de projeto, a exemplo da inércia térmica. Ela é composta pelo amortecimento e pelo atraso da onda de calor, e caracterizada retenção do calor por um período de tempo (FROTA E SCHIFFER, 2001; LAMBERTS, 1997). Materiais que apresentam essa característica podem auxiliar no aquecimento de edificações em climas secos que possuem grande amplitude térmica, como, por exemplo, o calor armazenado pelo solo pode ser absorvido pela edificação nos horários mais frios para manter a temperatura interna mais amena.

A diferença de temperatura ainda pode provocar outros efeitos. Conforme Padmanabhmurty (1993 *apud* BITTENCOURT, 2010) a diferença de temperatura entre duas áreas próximas, pode gerar brisas locais de amplas áreas verdes, como parques, em direção a áreas vizinhas urbanizadas, assim como de grandes centros urbanos para áreas suburbanas. Esse fenômeno denominado como Ilha de Calor é muito comum em grandes metrópoles, segundo Lamberts (2005):

“é fenômeno noturno caracterizado pelo aumento da temperatura do ar, provocado pelo adensamento excessivo dos centros urbanos, em relação à temperatura do entorno não urbanizado da cidade. Embora os efeitos sejam também sentidos durante o dia, o fenômeno se caracteriza pelo pouco resfriamento do ar durante a noite, devido à grande massa de concreto que armazena calor durante o dia e o libera, normalmente à noite, evitando o resfriamento natural do ar no período noturno”

b) Umidade do ar

A umidade atmosférica, ou o vapor d'água contido no ar, é resultado, principalmente, da evaporação das águas e da transpiração dos vegetais (FROTA E SCHIFFER, 2001; LAMBERTS, 1997; ROMERO, 2000). Assim como a umidade do ar influencia na variação da temperatura, esta também interfere na capacidade do ar em conter vapor d'água. Portanto, quanto maior a temperatura, maior a contenção de vapor d'água. Quando este alcança seu valor máximo para uma temperatura, define-se o ar como saturado. Se esse valor de vapor d'água for menor, a proporção

é denominada umidade relativa do ar (LAMBERTS, 1997). A topografia e a ocupação urbana são outros fatores que podem alterar a umidade do ar.

Segundo Frota e Schiffer (2001), a observação dos dados de umidade relativa do ar associados aos de temperatura do ar ao longo do ano, permitem a delimitação de uma zona de conforto térmico humano como do ambiente construído apropriado ao clima inserido. De tal modo, regiões com o clima seco apresentam grandes amplitudes térmicas diárias, já regiões de clima úmido possuem as temperaturas extremas amenizadas, pois a transmissão de radiação solar nesses locais é reduzida (LAMBERTS, 1997). Porém, em altas umidades relativas existem uma dificuldade maior em evaporar o suor do corpo, o qual é a principal causa de sensação de desconforto térmico (GIVONI, 1991 *apud* BITTENCOURT, 2008).

c) Precipitações

A evaporação das águas e sua posterior condensação na atmosfera, em forma de nuvens, remanejam a água que é liberada na forma de chuva ou de outras precipitações - orvalho, névoa, neve, granizo - a qual é depositada nos cursos d'água e voltando para o oceano concluindo o ciclo hidrológico, conforme a figura 9 (FROTA E SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000). A temperatura e a velocidade do vento aceleram o processo de evaporação, principalmente no período da tarde quando as nuvens se encontram mais afastadas e “o sol brilha logo após a chuva” (*ibidem*, 2000)

Figura 9 - Ciclo hidrológico



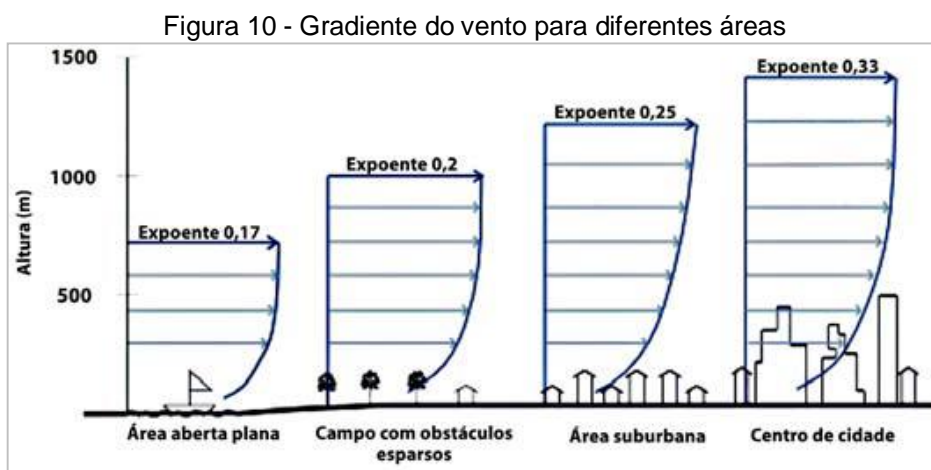
Fonte: Crowther, 1977 *apud* Romero, 2000

Segundo Frota e Schiffer (2001), nos núcleos urbanos, onde há grande concentração de partículas sólidas suspensas no ar que colaboram com o acoplamento das partículas de águas, as condições são mais favoráveis à ocorrência de precipitações em forma de chuva. Durante o verão, nos trópicos e nas latitudes médias, o percentual de precipitação que é absorvido pelo solo é bem menor, pois a chuva evapora antes mesmo de penetrar no solo (ROMERO, 2000).

d) Movimentos do ar

Como já visto anteriormente, o movimento do ar é resultado das diferenças de pressão atmosférica constatadas pela influência direta da temperatura do ar. Além do fluxo de massas de ar numa escala mais geral, a movimentação do ar também é provocada pela presença de massas de terra e água, pela altitude, pela topografia e pela rugosidade do solo que podem desviar o vento, alterar sua direção ou velocidade ou canalizá-lo. Por todas essas influências, o vento é considerado a variável climática mais inconstante (LAMBERTS, 2005; ROMERO, 2000).

Segundo Romero (2000), a ar se movimenta vertical e horizontalmente. A movimentação horizontal ocorre devido às diferenças térmicas, já a movimentação vertical é influenciada pelos obstáculos e pelo relevo da superfície. Portanto, o incremento do fluxo de ar no eixo vertical varia até uma camada limite, onde sua velocidade é livre de barreiras, denominada altura de gradiente de velocidade do vento (Figura 10). Assim, “a velocidade do vento na altura das construções dependerá do entorno no qual se encontram inseridas” (BITTENCOURT, 2008).



Fonte: Bittencourt, 2010

Desse modo, pode-se verificar que a movimentação do ar sofre mais influência e variações na cidade que em campo aberto. Por isso, os dados referentes ao vento são coletados em estações meteorológicas localizadas em áreas abertas sem a interferência de construções no seu entorno, a uma altura de 10 m acima do solo. Para que esses dados sejam utilizados na problemática da ventilação natural em edificações, é necessário que sejam feitas correções devido à altura das aberturas (*ibidem*, 2008).

2.3 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Segundo Lamberts, et al. (2005), a bioclimatologia estuda as relações entre o clima e o ser humano. Assim, a arquitetura bioclimática pode ser definida como, a combinação das características do clima e do ambiente local às atividades desenvolvidas pelo homem com a finalidade de elaborar um ambiente que apresente um desempenho térmico adequado, para satisfazer o conforto humano além de reduzir o consumo energético.

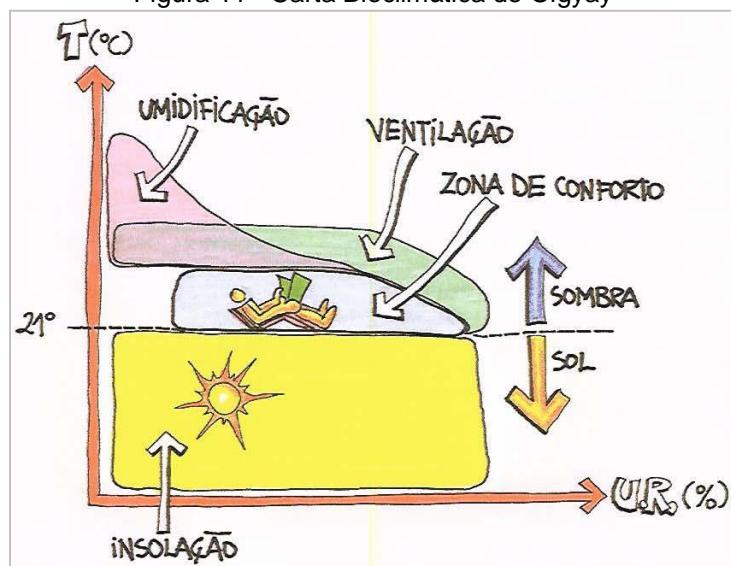
Essa preocupação contemporânea em criar uma arquitetura adequada ao clima local surgiu em 1973, com o aumento do preço da energia devido ao embargo do petróleo. Essa crise energética obrigou a sociedade a ponderar o uso de energia, tomando medidas emergenciais de conservação dos recursos, como por exemplo, a não utilização dos próprios. Mesmo, com o fim do embargo, os preços ainda continuaram elevados, por isso era necessário encontrar soluções duradouras para utilizar os recursos naturais de forma racional (LAMBERTS, 1997).

Porém, a utilização da arquitetura bioclimática, como estratégia construtiva, vem sendo aplicada desde os primórdios, quando a tecnologia ainda era pouco desenvolvida e não existiam aparelhos mecânicos e elétricos de controle da temperatura ou da iluminação do ambiente, sendo o projetista obrigado a considerar as condições climáticas, os elementos naturais e os materiais disponíveis na localidade, para alcançar as exigências térmicas de conforto (LANHAM et al., 2004).

2.3.1 Cartas Bioclimáticas

A partir de estudos realizados com relação aos efeitos do clima sobre o homem, na década de 1960, foi elaborada a primeira carta bioclimática por Olgay (1963). Nela foram estabelecidas, através da temperatura e da umidade do ar, zonas de conforto, insolação, umidade e ventilação conforme figura 11, a partir dos quais foram propostas estratégias de adaptação da arquitetura ao clima (LAMBERTS, 1997; FROTA e SCHIFFER, 2001).

Figura 11 - Carta Bioclimática de Olgay



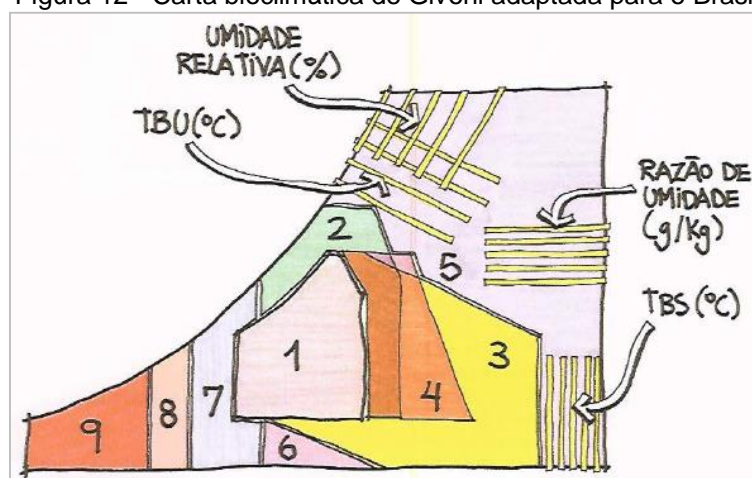
Fonte: Lamberts, 1997

A zona de conforto, localizada no centro da Carta (Figura 8), é a região na qual o homem mantém o seu equilíbrio térmico sem a necessidade de medidas externas para alcançá-lo. Porém, segundo o próprio autor (apud STILPEN, 2007), os limites desta zona baseiam-se em “suposições relativamente arbitrárias”, podendo sofrer variação com o mínimo de esforço exercido ou localidade. A exemplo de que sua carta bioclimática foi concebida a partir do clima temperado dos Estados Unidos, em altitude inferior a 300m, supondo que o habitante está usando traje comum (índice $Clo = 1,0$) e desempenhando atividade leves ou sedentárias (*ibidem*, 2007); contudo, se ela fosse elaborada para um clima tropical, a Carta apresentaria uma conformação distinta.

Em 1969, Givoni (*apud* LAMBERTS, 1997) cria uma carta bioclimática para países em desenvolvimento, que se baseia na temperatura interna dos edifícios sem condicionamento para definir as estratégias construtivas de adequação da arquitetura ao clima. Levando em consideração que os moradores dessas edificações aceitam uma ampla variação de temperatura e ventilação, o trabalho efetuado por Givoni, segundo estudos realizados, é o mais adequado para as condições brasileiras (*ibidem*, 1997).

Em relação à Carta de Olgyay, Givoni faz uma releitura, corrigindo algumas limitações e realizando outras modificações (*ibidem*, 1997). A primeira delas, como já foi explanada, é a análise a partir de ambientes internos em oposição a Olgyay que avalia estritamente a área externa à edificação. Givoni construiu sua carta sobre o diagrama psicométrico, que relaciona a temperatura do ar e a umidade relativa, possibilitando a “delimitação de zonas de atuação, por meio de estratégias, visando à obtenção do conforto térmico” (Figura 12) (STILPEN, 2007).

Figura 12 - Carta bioclimática de Givoni adaptada para o Brasil



Fonte: Lamberts, 1997

Sendo assim, a carta de Givoni (*apud* LAMBERTS, 1997) foi dividida em nove as zonas de atuação:

- 1 - Zona de Conforto;
- 2 - Zona de Ventilação;
- 3 - Zona de Resfriamento Evaporativo;
- 4 - Zona de Massa Térmica para Resfriamento;
- 5 - Zona de Ar-condicionado;

- 6 - Zona de Umidificação;
- 7 - Zona de Massa Térmica para Aquecimento;
- 8 - Zona de Aquecimento Solar Passivo e
- 9 - Zona de Aquecimento Artificial.

A zona de conforto, que também compõe na carta de Olgyay, é caracterizada por não precisar que a edificação adote qualquer estratégia de condicionamento térmico para estabelecer o seu equilíbrio. Assim, as demais regiões são nomeadas de acordo com a melhor solução a ser adotada para que a edificação atinja a sua zona de conforto.

2.3.2 NBR 15220/05 – Desempenho Térmico de Edificações

A Norma Brasileira 15220/05, que trata do Desempenho Térmico de Edificações, está dividida em cinco partes:

- Parte 1: Definições, símbolos e unidades;
- Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações;
- Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;
- Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;
- Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico.

Assim, de modo geral, tal NBR estabelece um Zoneamento Bioclimático, o qual divide o território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima e, para cada uma destas zonas, apresenta um conjunto de recomendações técnico-construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo que otimizam o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática.

A norma - que tem como base para a elaboração das diretrizes e recomendações a Carta Bioclimática sugerida por Givoni (*apud* LAMBERTS, 1997) -

consiste numa importante ferramenta de auxílio aos projetistas no que se refere ao conhecimento das implicações climáticas na concepção projetual e na especificação de materiais construtivos, garantido assim maior sucesso na adequação das edificações ao conforto térmico humano.

2.3.3 Software Analisys Bio

O software Analisys Bio foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina no núcleo de pesquisa em construção civil no Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LABEEE - pelos engenheiros Roberto Lamberts, Luiz Marcelo Schuch e Moisés Lima Dutra. O programa, baseado na carta bioclimática de Givoni, auxilia no processo de adaptação de edificações ao clima local permitindo a plotagem de dados de temperatura e umidade sobre a carta com o objetivo de visualizar a distribuição dos dados climáticos ao longo do ano, além de calcular a porcentagem de horas do ano em que cada estratégia bioclimática é mais apropriada (LABEEE, 2010).

Para elaborar a carta, o programa utiliza tanto arquivos climáticos anuais e horários como arquivos resumidos na forma de normais climatológicas. Através do Analisys Bio foi obtida a Carta bioclimática de Aracaju que será apresentada no item 6.3, para a avaliação das estratégias bioclimáticas a serem utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

3 ANÁLISE DE PROJETO DE HIS DA PREFEITURA DE ARACAJU

Como já citado neste trabalho, para a elaboração de conjuntos habitacionais desenvolvidos pela Prefeitura de Aracaju, são utilizados projetos padrões, que são implantados sem considerar, a implantação, a localização e o entorno onde estão inseridos. Esse processo de construção pode acarretar problemas de conforto térmico, que estão relacionados, por exemplo, à orientação solar e a direção dos ventos.

Os empreendimentos são edificados em áreas determinadas pela Prefeitura de Aracaju, seja onde há uma grande demanda por habitação ou por estratégia política. O que ocorre é que não existem muitos locais disponíveis para o uso do poder público, sendo o município forçado a utilizar áreas destinadas para o uso institucional ou solicitar a desapropriação de terrenos particulares (MONTEIRO, 2012).

Como exemplo de moradia desenvolvida pela Prefeitura de Aracaju, tem-se o conjunto habitacional no Bairro Lamarão, que se localiza na extremidade norte da cidade de Aracaju, próximo à divisa com o município de Nossa Senhora do Socorro. As edificações estão implantadas no sentido nordeste-sudoeste e no sentido noroeste-sudeste em ângulos diferentes em relação ao Norte, conforme a figura 13. A disposição das quadras, os lotes alinhados rigorosamente e a distância da edificação ao muro, podem servir de barreira para captação do vento predominante.

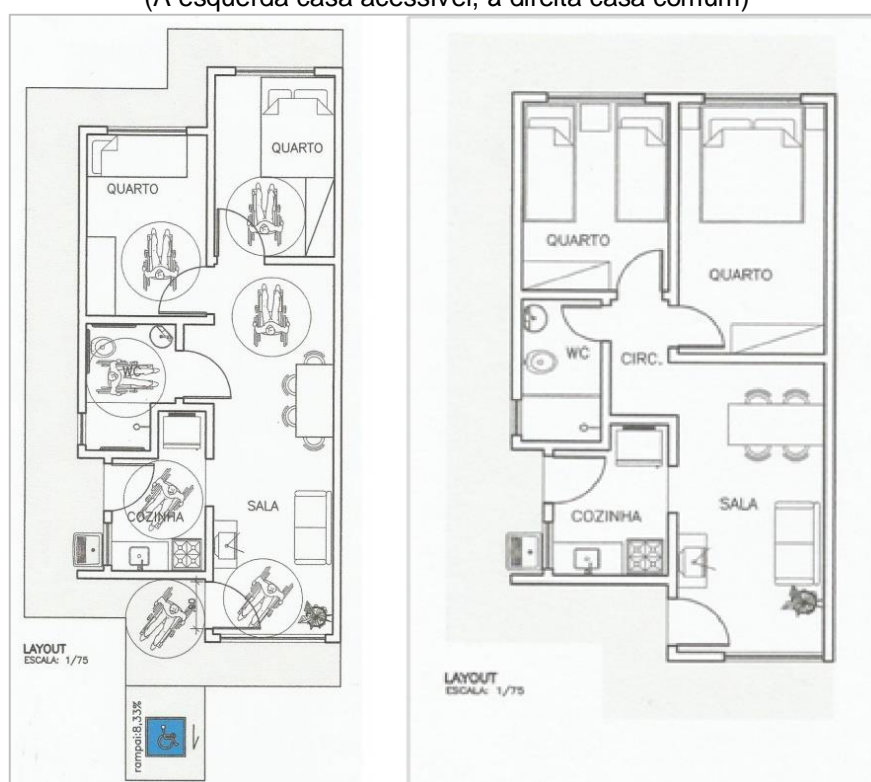
Figura 13 - Implantação do conjunto habitacional no bairro Lamarão



Fonte: Adaptado de EMURB, 2012

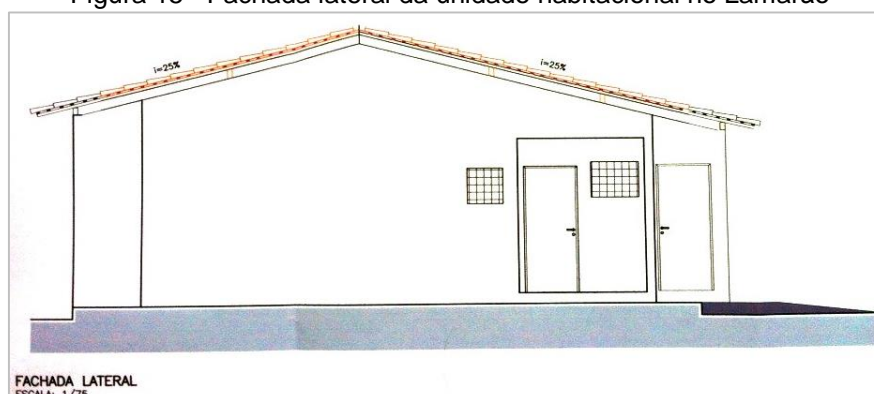
Em relação a ventilação natural no interior da edificação, a localização e a dimensão das aberturas, assim com a disposição das divisórias internas, dificultam o uso da estratégia de ventilação cruzada nos ambientes (Figura 14). A cobertura da edificação com telhado de duas águas, inclinadas no sentido do lote, possui beiral de 50 cm (Figura 15) que, devido a sua orientação e dimensão, não favorece a sua utilização como forma o sombreamento da casa.

Figura 14 - Plantas baixas do conjunto habitacional no Lamarão.
(À esquerda casa acessível, à direita casa comum)



Fonte: EMURB, 2012

Figura 15 - Fachada lateral da unidade habitacional no Lamarão



Fonte: Adaptado de EMURB, 2012

O projeto, elaborado em uma área de 104.287,77 m², conta com 410 unidades habitacionais geminadas duas a duas, sendo 21 delas (5,12%) adaptadas para pessoas com deficiência física (Figura 5). As casas acessíveis possuem 47,27 m² e as casas comuns 44,87 m², as quais estão inseridas em lotes que variam entre 101,58 m² e 274,30 m², de acordo com a conformidade da quadra. Em relação às dimensões mínimas dos ambientes, exigidas pelo Código Municipal de Obras e Edificações de Aracaju (PMA, 2010), apenas dois ambientes estão em desacordo com lei, a área de serviço, que se encontra na parte externa da edificação e o quarto secundário.

4 REFERENCIAIS ARQUITETÔNICOS

Os referenciais arquitetônicos analisados foram propostas de projeto de habitação de interesse social que tem como ponto norteador, para o seu desenvolvimento, o conforto térmico. Foram utilizadas propostas, ao invés de obras realizadas, justamente pela dificuldade em encontrá-las com tal enfoque.

Foi também observado uma rede de hospitais, não pela sua função, mas devido a sua solução projetual, com o emprego de materiais e técnicas construtivas para alcançar o conforto na edificação.

Por fim, foram avaliadas as técnicas de condicionamento passivo que podem ser utilizadas na elaboração de projetos bioclimático, tanto do desenho urbano como da construção.

4.1 PROPOSTA DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COM ÊNFASE NO CONFORTO TÉRMICO PARA A CIDADE DE MACAÍBA/RN

A proposta foi elaborada por Verner Max Liger de Melo Monteiro para a obtenção de título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, tendo como orientadora Dra. Máisa Dutra Veloso e co-orientador Aldomar Pedrini, PhD. O projeto se destaca pela importância dada à adaptação do clima local, com utilização

de materiais e sistemas construtivos que possuem boas propriedades térmicas, baixo custo, qualidade estética e agilidade na execução da obra.

O conjunto habitacional, que está inserido em uma área de 11.067 m², é composto por 50 unidades habitacionais, geminadas duas a duas (Figura 16), distribuídas em três quadras dispostas no sentido leste-oeste e área pública dividida em duas praças posicionadas nas extremidades norte e sul do terreno. Há também um ginásio esportivo e estacionamento destinado ao mesmo (Figura 17).

Figura 16 - Perspectiva isométrica das habitações geminadas



Fonte: Monteiro, 2012

Figura 17 - Implantação da proposta do Conjunto Habitacional na cidade de Macaíba/RN

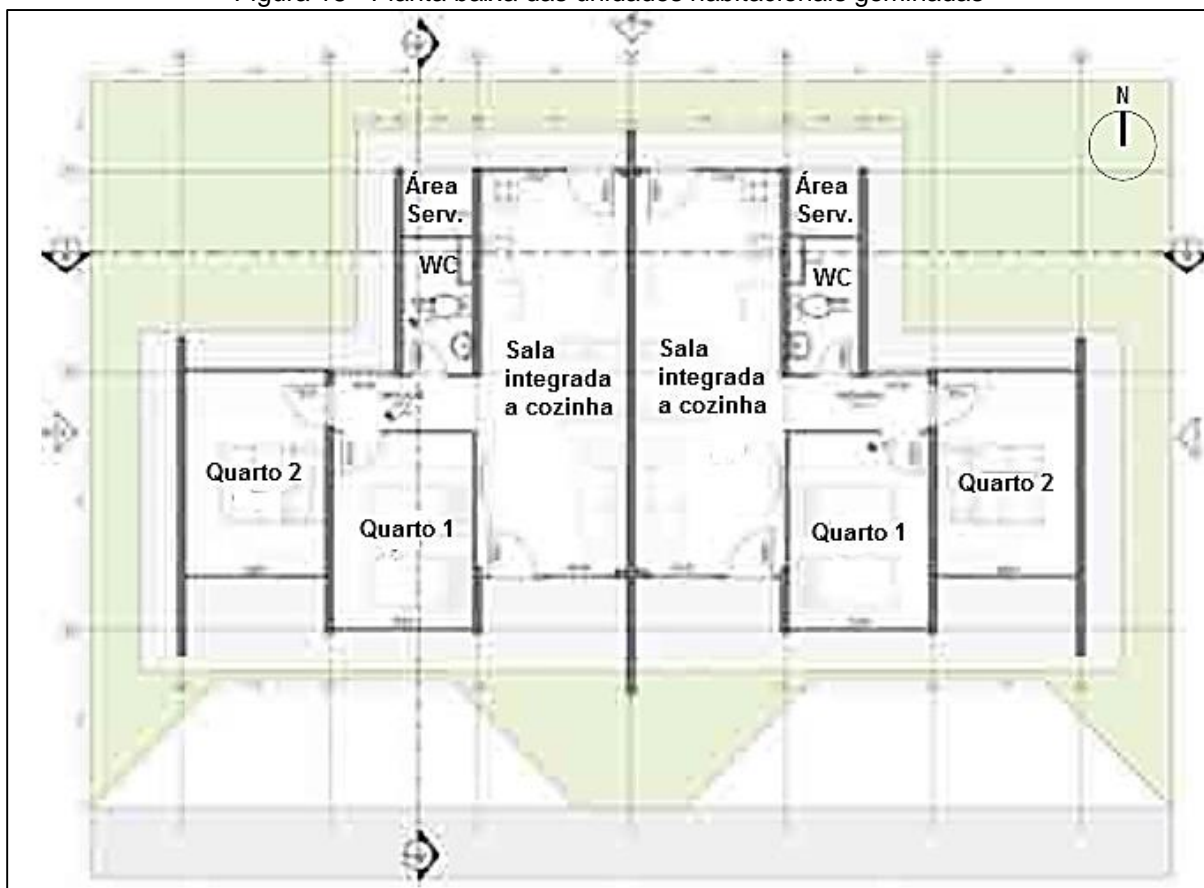


Fonte: Monteiro, 2012

A unidade habitacional possui área construída de 44,78 m², ocupando lotes de 116,25 m² que estão orientados no sentido norte-sul (Figura 18). Os limites dos lotes são executados com muros apenas nas laterais e fundos, deixando a fachada principal aberta ao espaço público. Uma estratégia adotada para obter uma melhor distribuição dos ventos foi o desalinhamento dos lotes no sentido

vertical, para que uma edificação não interfira em outra com relação à receptividade do vento.

Figura 18 - Planta baixa das unidades habitacionais geminadas



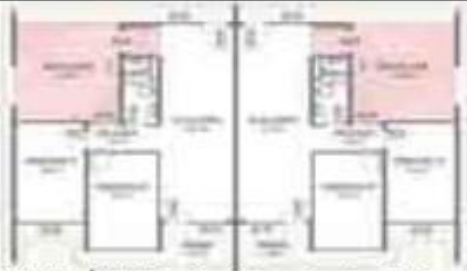





Fonte: Monteiro, 2012

O autor ainda propôs três opções de ampliações futuras (Figura 19), levando em consideração a adoção de soluções que não comprometessem os resultados de conforto térmico, que seguissem as possíveis tendências e que utilizasse materiais acessíveis da região, já que as obras de ampliação serão executadas pelos próprios usuários.

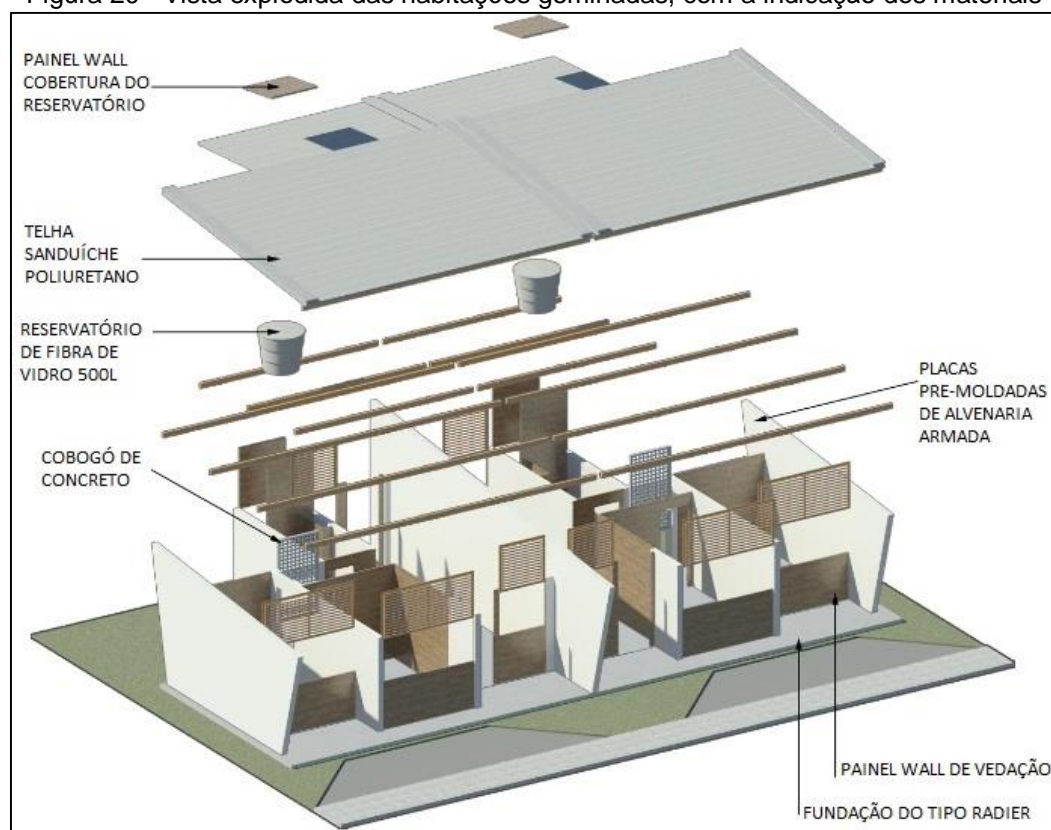
Os materiais empregados para a construção da habitação foram escolhidos, como exibidos anteriormente, segundo suas propriedades térmicas. Para as vedações frontal e posterior foram utilizados painéis pré-moldados de argamassa armada e tijolos de oitos furos, e para as demais paredes foi escolhido Painel Wall, da Eternit, conforme indicado na figura 20. Para as esquadrias, venezianas horizontais com mecanismo de controle, para a cobertura telha do tipo sanduíche de poliuretano com revestimento de alumínio e por fim o piso com acabamento de cimento queimado.

Figura 19 - Propostas de ampliação das unidades habitacionais

	PLANTAS Indicações das áreas ampliadas	VOLUMETRIA FINAL DO PÓS-AMPLIAÇÃO
OPÇÃO 01	 <p>PAV. TÉRREO - Acréscimo de suite ÁREA AMPLIADA TOTAL: 12,94m²</p>	
OPÇÃO 02	 <p>PAV. TÉRREO - Acréscimo de área de lazer ÁREA AMPLIADA TOTAL: 12,94m²</p>	
OPÇÃO 03	 <p>PAV. TÉRREO - Acréscimo de área de lazer</p> <p>PAV. SUPERIOR - Acréscimo de suite ÁREA AMPLIADA TOTAL: 27,52m²</p>	

Fonte: Monteiro, 2012

Figura 20 - Vista explodida das habitações geminadas, com a indicação dos materiais



Fonte: Monteiro, 2012

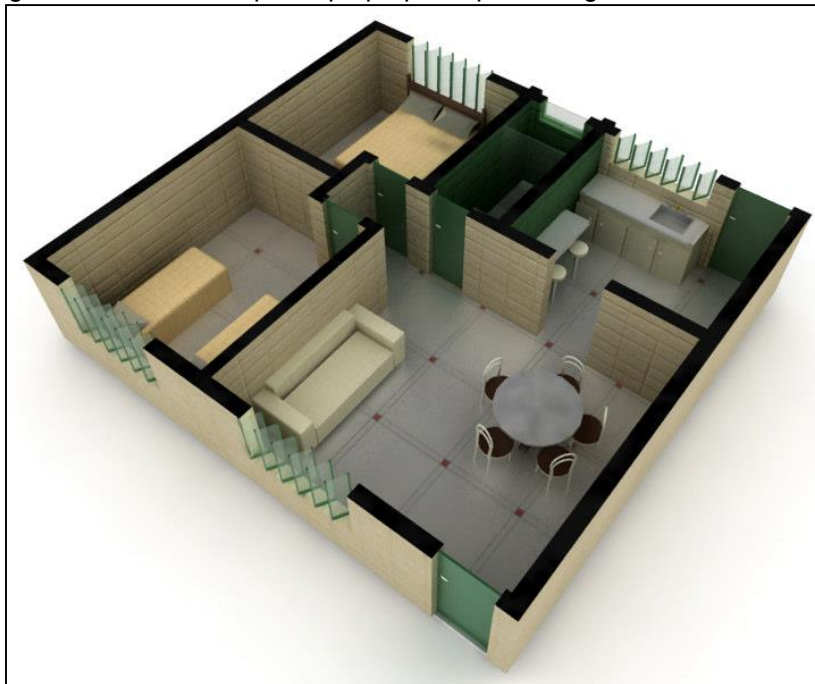
4.2 PROTÓTIPO DE HABITAÇÃO SOCIAL COM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O CLIMA DE BELO HORIZONTE/MG

O protótipo foi apresentado por Eleonora Sad de Assis, Elizabeth Marques Duarte Pereira, Roberta Vieira, Gonçalves de Souza e Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz nos Anais do II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética (IICBEE) em Vitória/ES no ano de 2007. A unidade foi elaborada a partir dos princípios biclimáticos, com o desenvolvimento do projeto e sistemas construtivos adequados ao clima local, utilizando os recursos naturais de insolação, iluminação e ventilação.

O protótipo (Figura 21) foi desenvolvido para atender uma família média mineira composta por quatro pessoas com até três salários mínimos, tendo uma área de 53,2 m², podendo sofrer ampliação posterior a partir da parede externa da sala. A implantação da moradia está orientada no sentido norte-sul (Figura 22), para o melhor aproveitamento da captação da energia solar, através do sistema instalado na cobertura voltada para o norte geográfico. Assim, o telhado que fica

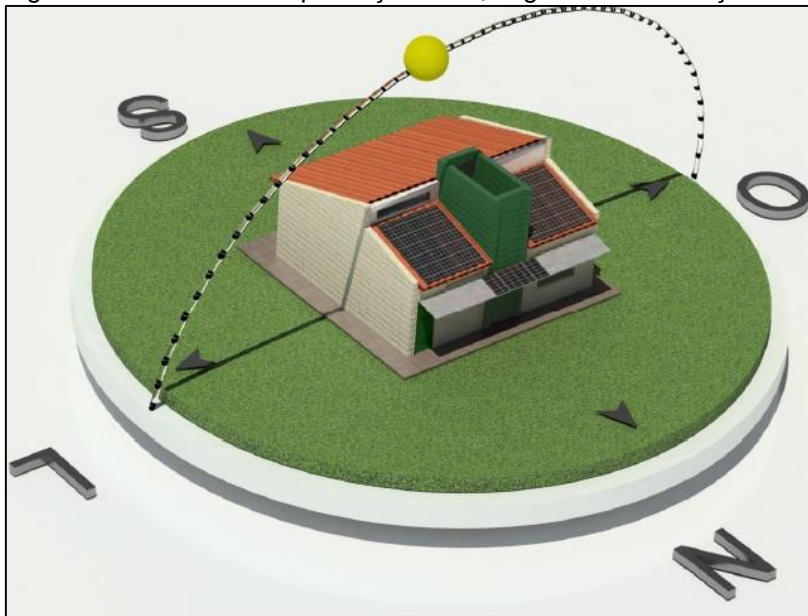
voltado para o norte é o que possui menor dimensão, para amenizar a grande incidência da radiação solar, que torna o ambiente mais aquecido.

Figura 21 - Modelo do protótipo proposto para a região de Belo horizonte



Fonte: Assis, 2007

Figura 22 - Modelo de implantação ideal, seguindo a orientação solar

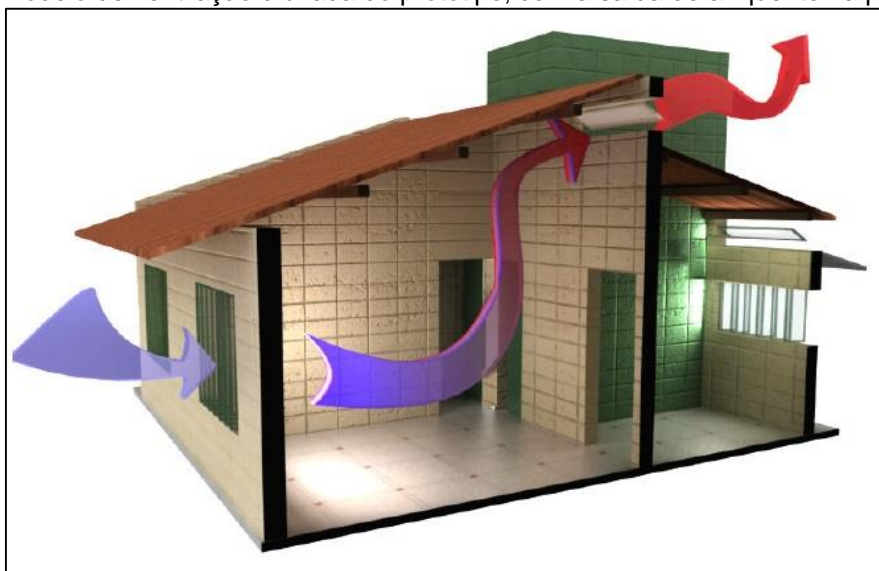


Fonte: Assis, 2007

As aberturas, com esquadrias de basculantes verticais controláveis, foram posicionadas em fachadas opostas com alturas diferentes para promover a

ventilação natural cruzada, renovando ar dos ambientes internos conforme exemplificado na figura 23. Para a cozinha as aberturas também foram localizadas de maneira a promover a iluminação natural (Figura 24), mas também proteger as aberturas da radiação solar através do *brise-soleil*. Ainda foi utilizado um sistema de conversão solar fotovoltaica para diminuir consumo de energia. As placas estão localizadas no telhado da fachada norte (Figura 25) e é interligado ao sistema de energia elétrica pública, caso gere mais energia que o necessário para o consumo da moradia.

Figura 23 - Modelo de ventilação cruzada do protótipo, com a saída de ar quente na parte superior



Fonte: Assis, 2007

Figura 24 - Modelo de iluminação direta sobre os planos de tarefas visuais, aplicação sobre a bancada da cozinha



Fonte: Assis, 2007

Figura 25 - Modelo de instalação do sistema de energia solar, com o conjunto do reservatório de água e os coletores solares sobre o brise-soleil



Fonte: Assis, 2007

4.3 VENCEDOR DO CONCURSO “HABITAÇÃO PARA TODOS” – CATEGORIA CASAS TÉRREAS

A equipe composta por Gustavo dos Santos Corrêa Tenca, Giuliano Augusto Pelaio, Inácio Cardona, Érica Christina Rodrigues Souza, foi a vencedora do concurso “Habitação para todos”, promovido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU e organizado pela IAB-SP. A proposta apresentada pelo grupo foi a construção de habitações compactas que apresente soluções lógicas e racionais, com aplicação de conceito da arquitetura bioclimática para trazer bem estar e qualidade de vida aos usuários. Uma moradia que ofereça liberdade nos seus ambientes, mas que apresente qualidade visual e volumétrica, preocupação com a identidade e a descompactação do tradicional modelo da casa retangular (Figura 26).

Figura 26 - Perspectiva ilustrativa do conjunto habitacional



Fonte: Delaqua, 2013

A residência foi desenvolvida, para a cidade de Campinas/SP, segundo um programa reduzido, solucionado a partir de dois blocos lineares interligados por um terceiro bloco com funções distintas (Figura 27). O formato alongado e estreito tende a garantir a iluminação e radiação direta total dos ambientes da casa, de acordo com a inclinação do sol. O lote foi elaborado para que a habitação possa se expandir em mais um ambiente caso necessário.

Figura 27 - Diagrama de usos da edificação em blocos modulares

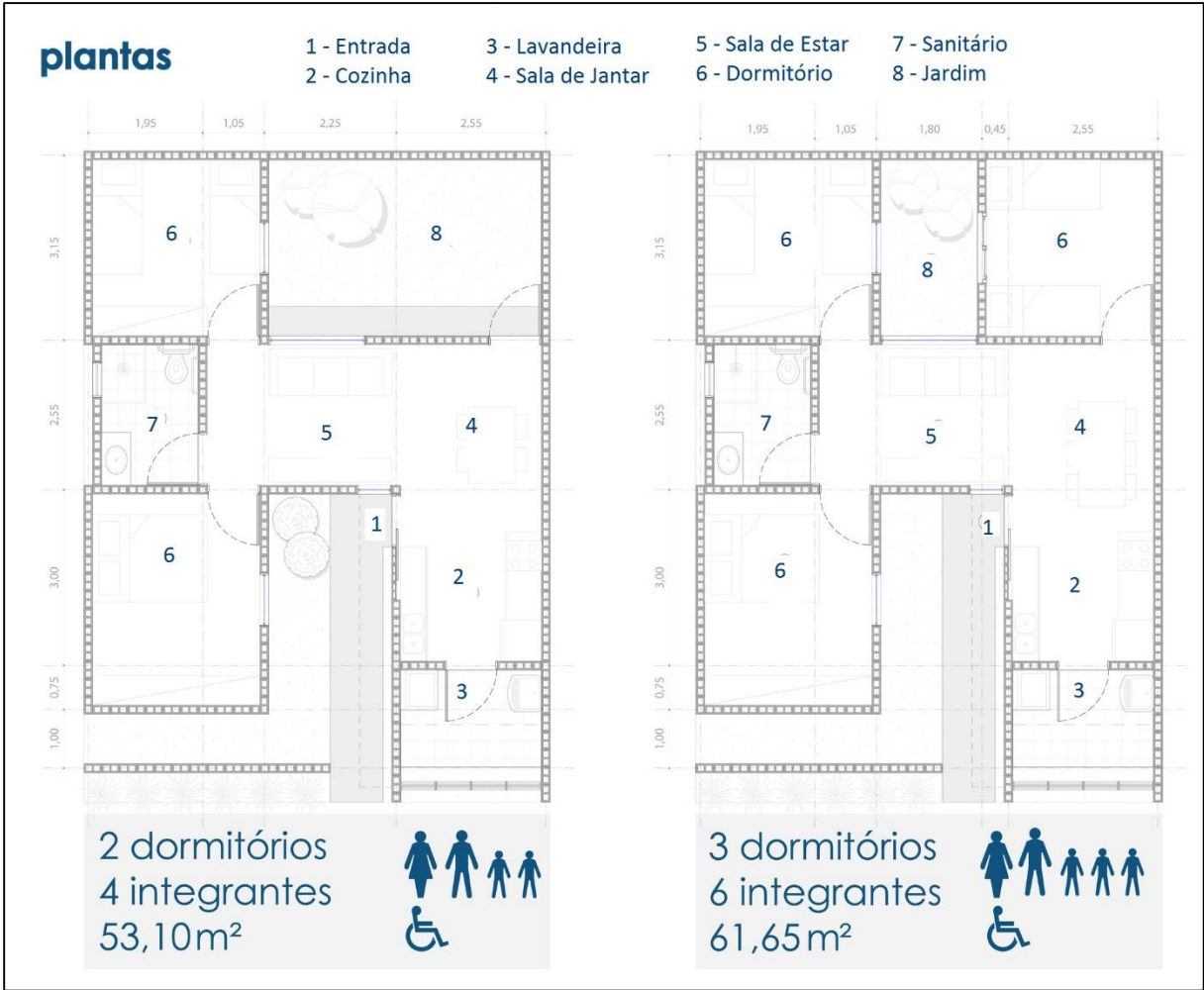


Fonte: Delaqua, 2013

O projeto permite que as residências, como mesma concepção, tenham diferentes layouts, variando de acordo com as necessidades dos moradores (Figura 28). As fachadas podem ser facilmente modificadas, se alteradas as cores da caixa d'água e núcleo central e os elementos de fechamento frontal utilizados na

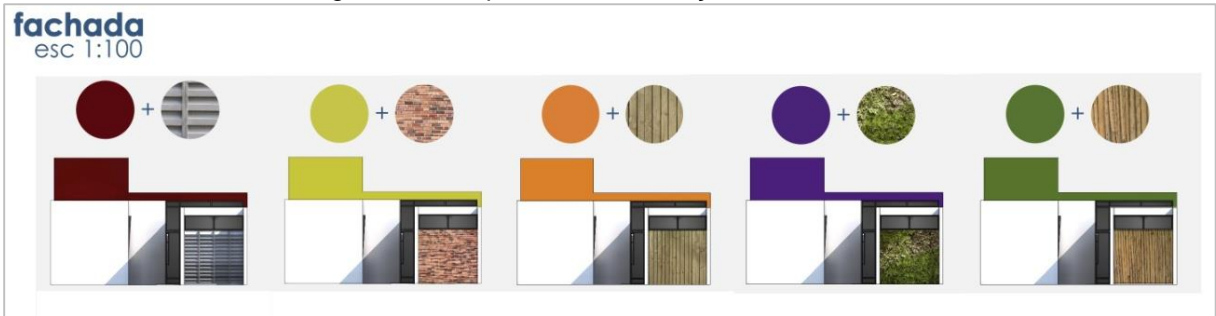
frente da lavanderia (Figura 29). Esses componentes são suficientes para se conseguir distinguir uma casa da outra, como pode ser visto na figura 30.

Figura 28 - Opções de layout das plantas baixas



Fonte: Adaptado de Delaqua, 2013

Figura 29 - Proposta de modificação das fachadas



Fonte: Archaily, 2013

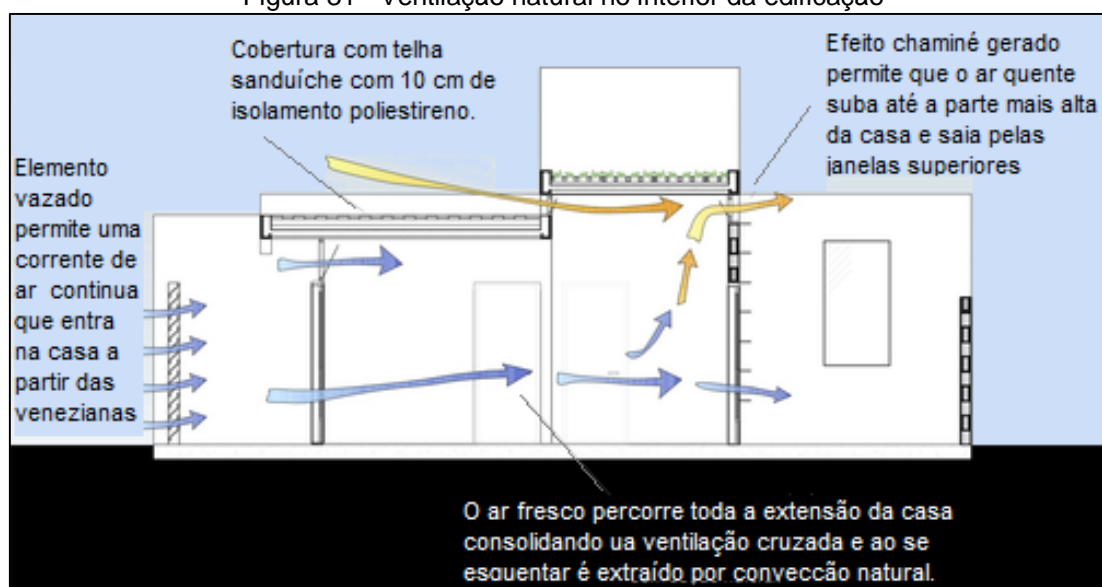
Figura 30 - Tipos de fachadas



Fonte: Delaqua, 2013

O projeto tem uma grande preocupação com os materiais a serem utilizados na construção, pois devem atender uma série de requisitos, como a facilidade de construção, custo baixo, sustentabilidade e bioclimatismo. A estrutura da casa é em blocos de concreto estruturais. As esquadrias foram posicionadas para proporcionar a melhor insolação e ventilação para as unidades, com o auxílio de persianas (Figura 31). O uso de elementos vazados na área de serviço permite a circulação de ar fresco no interior da edificação.

Figura 31 - Ventilação natural no interior da edificação

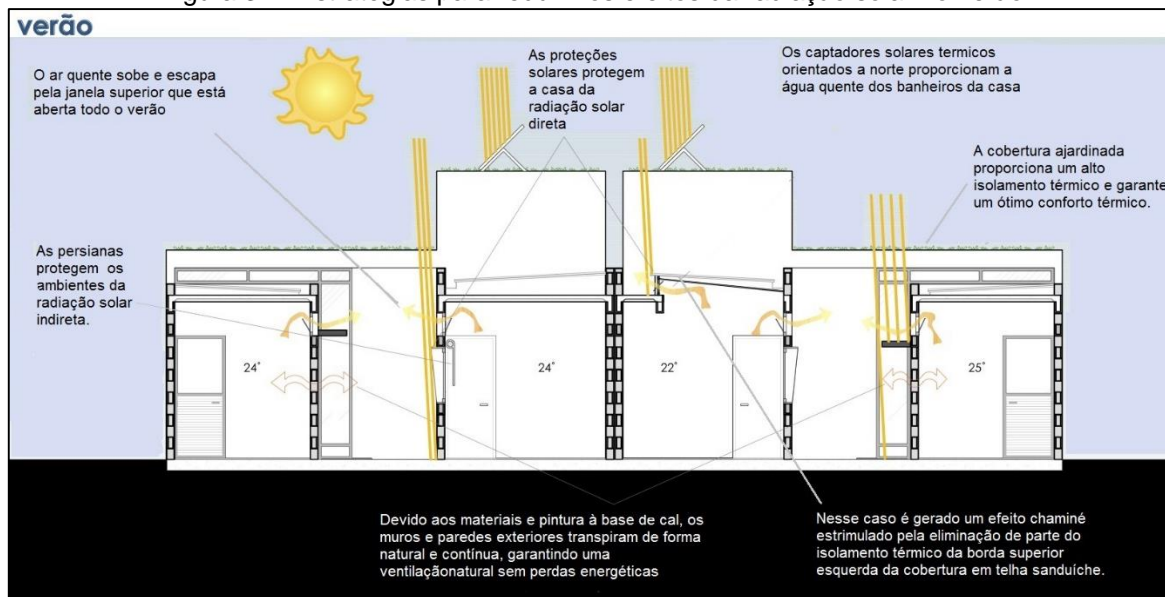


Fonte: Delaqua, 2013

Nas paredes externas, pinturas à base de cal permitem uma ventilação natural sem perdas energéticas. Na cobertura o uso de telhas tipo sanduíche com isolamento termoacústico, mescladas com cobertura do tipo teto-jardim representa um ganho no conforto térmico da residência e uma redução do

consumo de energia. Além da utilização de captadores solares térmicos (Figura 32), orientados ao norte para promover o aquecimento da água para os banheiros.

Figura 32 - Estratégias para reduzir os efeitos da radiação solar no verão



Fonte: Delaqua, 2013

4.4 MENÇÃO HONROSA DO CONCURSO “HABITAÇÃO PARA TODOS” – CATEGORIA SOBRADOS

O projeto da equipe (Lilian Martins, Ana Lucia Rodrigues e Débora Utiyama) agraciada com menção honrosa, premiado no mesmo concurso do item anterior, mas em categorias diferentes, apresenta um sobrado conjugado dois a dois, implantado num terreno em três orientações distintas no distrito de Capão Redondo/SP. A proposta tem como elemento principal, a utilização de chapas reaproveitadas de contêiner coloridas na envoltória da edificação.

As aberturas e elementos de ventilação foram projetados para garantir a ventilação e iluminação natural, considerando os índices de conforto. O posicionamento desalinhado dos pavimentos foi um artifício utilizado para favorecer o uso da iluminação natural no pavimento térreo, com um sistema que capta a luz solar, filtra e difunde no ambiente. Na mesma laje, em que está instalado o sistema de iluminação, existe uma cobertura verde que evita o aquecimento da parte da edificação logo abaixo (Figura 33).

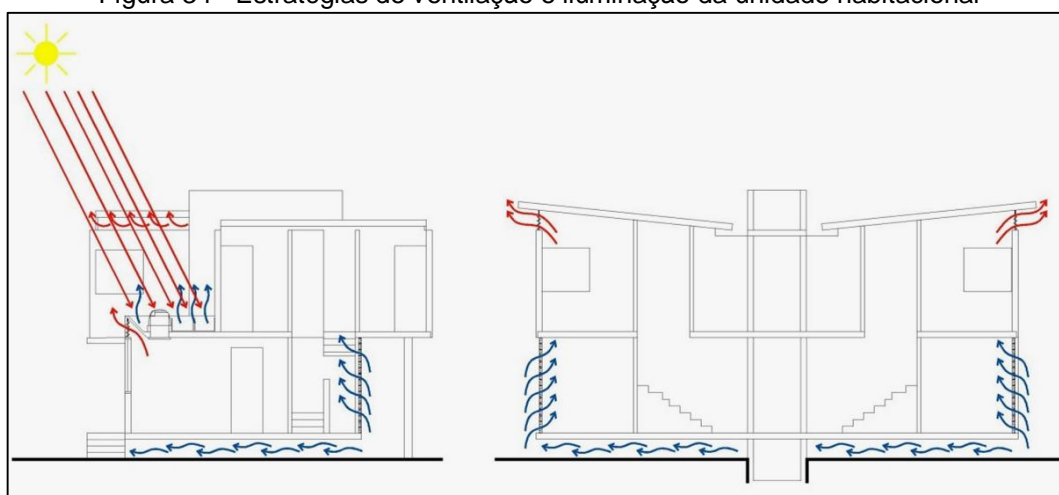
Figura 33 - Perspectiva de dois sobrados conjugados



Fonte: Concurso de Projetos, 2010

As vedações do pavimento térreo são feitas em blocos de concreto, já as do pavimento superior são compostas por placas modulares reaproveitadas de contêineres para obter uma maior rapidez na execução e menor desperdício de material. Apesar da sua utilização, as placas dos contêineres não apresentam a melhor inércia térmica de modo geral, mas dependendo do clima onde é aplicado e da permanência das pessoas no ambiente interno, pode proporcionar um conforto térmico satisfatório. A habitação se encontra suspensa do solo, para não causar impacto com o mesmo e para promover a ventilação, evitando o seu aquecimento através do chão, conforme exemplificado na figura 34, onde as linhas sinuosas azuis representam a ventilação do ar frio e as sinuosas vermelhas do ar quente.

Figura 34 - Estratégias de ventilação e iluminação da unidade habitacional



Fonte: Concurso de Projetos,

A distribuição das edificações no terreno é feita sem a presença de vias internas de veículos que dão acesso direto às moradias. O estacionamento para automóveis fica localizado às margens das vias de circulação (Figura 35). O posicionamento da mesma unidade habitacional com diferentes orientações pode melhorar ou prejudicar a adoção de estratégias para alcançar o bom desempenho térmico.

Figura 35 - Implantação do projeto de Menção Honrosa, 2010

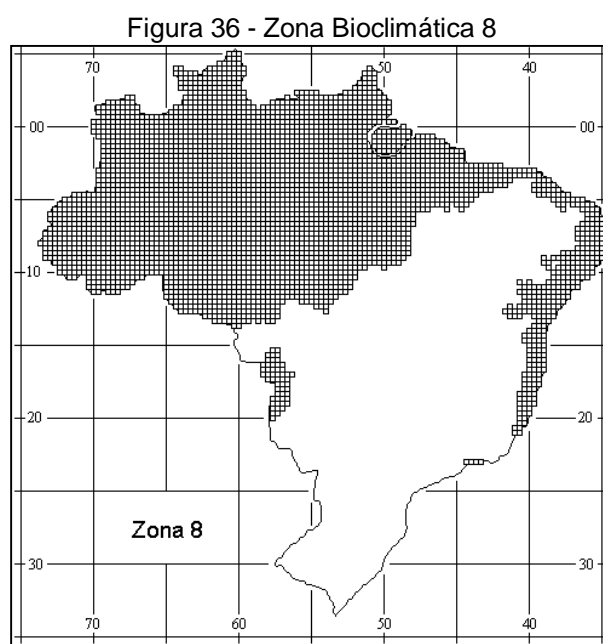


Fonte: Concurso de Projetos, 2010

A unidade habitacional teve um custo estimado, para o ano de 2010, em 45 mil reais, para a tipologia com dois dormitórios e 52,20 m² e em 52 mil reais para tipologia com três dormitórios e 67,01 m². Porém, esse valor pode variar de acordo com a demanda de implantação do projeto proposto.

4.5 EXEMPLOS DE TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO PASSIVO

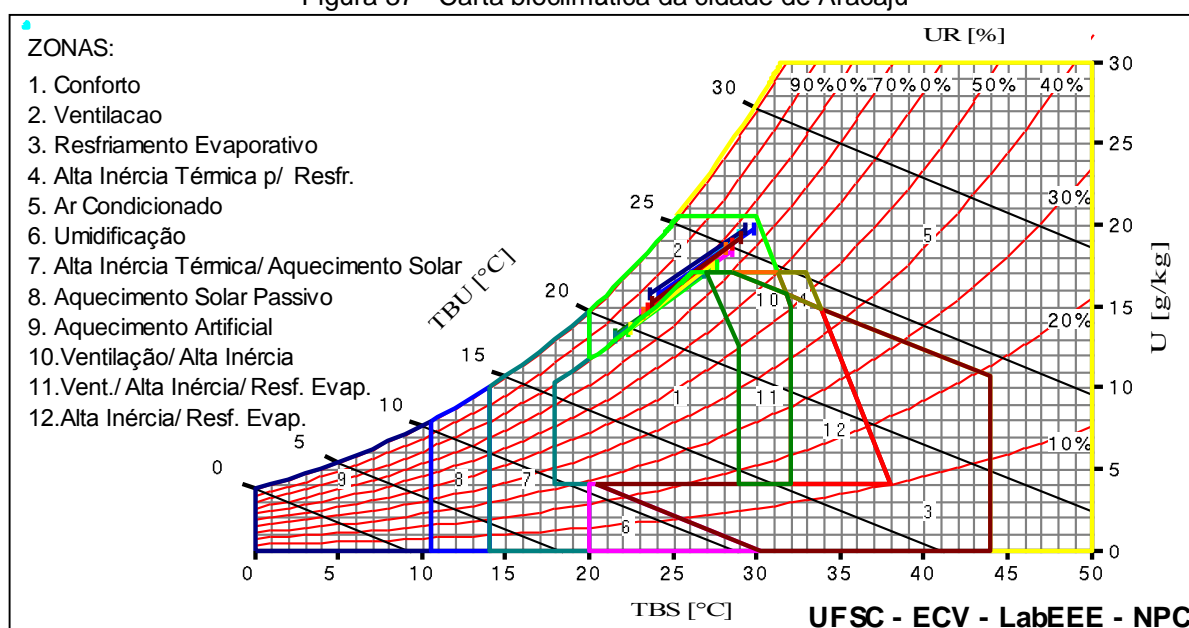
De acordo com a NBR 15220/05, Aracaju está enquadrada na Zona Bioclimática 8, de acordo a figura 36. Para alcançar um bom resultado de desempenho térmico para esta zona, as seguintes diretrizes construtivas devem ser atendidas: grandes aberturas para ventilação e o sombreamento delas, vedações externas leves e refletoras e ventilação cruzada permanente. Porém, segundo a norma, mesmo que sejam empregadas todas as estratégias indicadas de condicionamento térmico passivo, elas ainda podem ser insuficientes, durante as horas mais quentes, para manter o ambiente confortável, sendo necessária a utilização de mecanismos ativos de resfriamento, como o ventilador.



Fonte: ABNT, 2005

A carta bioclimática de Aracaju (Figura 37), também aponta como principal medida de condicionamento térmico a ventilação. Segundo Bittencourt (2008), a ventilação é a estratégia bioclimática mais eficiente para alcançar o conforto térmico e, em relação a camada mais carente da população, a de melhor custo benefício, pois depende principalmente do projeto arquitetônico da edificação.

Figura 37 - Carta bioclimática da cidade de Aracaju



Fonte: Analisys Bio, 2014

Segundo Brasil (1995), outras diretrizes gerais devem ser aplicadas para se alcançar o conforto térmico:

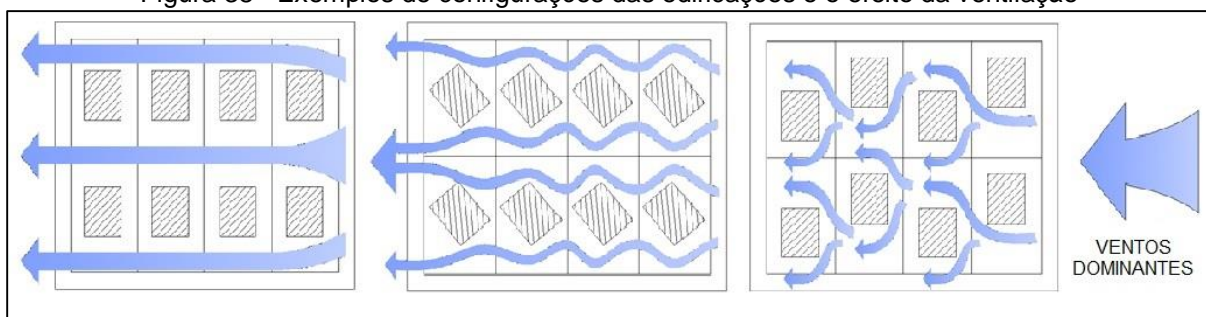
- Facilitar ao máximo a circulação do ar e a passagem dos ventos, mesmo sob chuva intensa.
- Adotar soluções de controle da ventilação.
- Evitar a radiação solar direta (raios solares) e difusa (luz do céu e calor dos corpos aquecidos).
- Utilizar materiais e soluções que não armazenem calor (que se aqueçam e se esfriem em pequeno tempo) ou que impeçam a transmissão de calor.
- Impedir o armazenamento de água exposta ao ar.
- Facilitar, sob controle, nos locais sujeitos a baixas temperaturas a entrada da radiação solar provinda do NE a NO.

4.5.1 Desenho urbano

De acordo com Bittencourt (2008), alguns estudos foram realizados acerca da configuração do conjunto edificado e do espaço entre as construções e como eles interferem na circulação dos ventos no tecido urbano (Figura 38). As

tipologias e as formas das edificações também modificam a movimentação do ar ao seu redor. Para um melhor aproveitamento da ventilação natural no interior das edificações, é necessário, primeiramente, que elas estejam inseridas em um desenho urbano favorável.

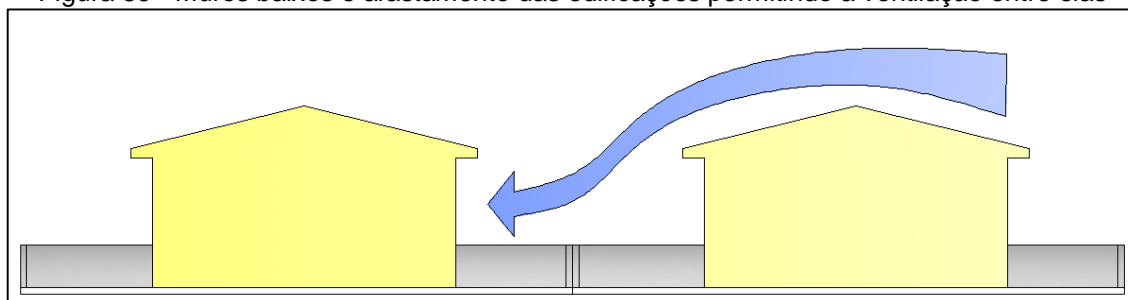
Figura 38 - Exemplos de configurações das edificações e o efeito da ventilação



Fonte: Adaptado de Bittencourt, 2008

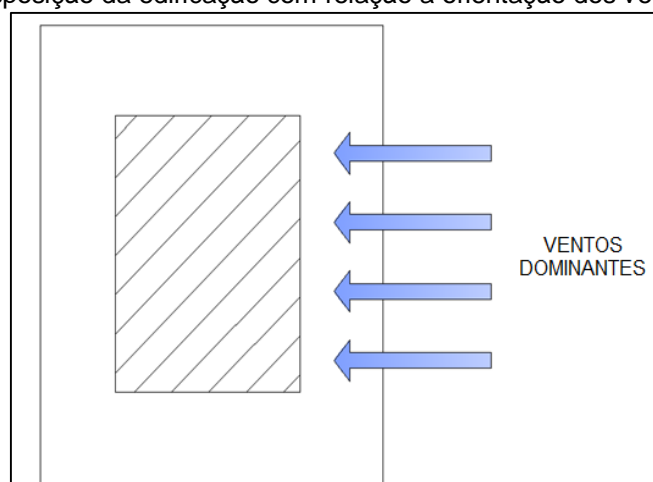
De acordo com Romero (2000), para a região de clima quente-úmido, a localização dos assentamentos deve ser exposta aos ventos e orientada para ser beneficiada pelo sol da manhã. “O tecido urbano deve ser disperso, solto, aberto e extenso” (*ibidem*, 2000); a conformação dos lotes deve ser mais larga que comprida e o alinhamento não rigoroso, com muros baixos e afastados da construção (Figura 39), as quais devem ser alongadas no sentido perpendicular ao vento dominante (Figura 40), para permitir a ventilação entre as edificações (BITTENCOURT, 2008). Em áreas pouco adensadas, as edificações devem estar afastadas entre si, sombreadas e integradas ao ambiente externo.

Figura 39 - Muros baixos e afastamento das edificações permitindo a ventilação entre elas



Fonte: Adaptado de Bittencourt, 2008

Figura 40 - Disposição da edificação com relação a orientação dos ventos dominantes



Fonte: Adaptado de Bittencourt, 2008

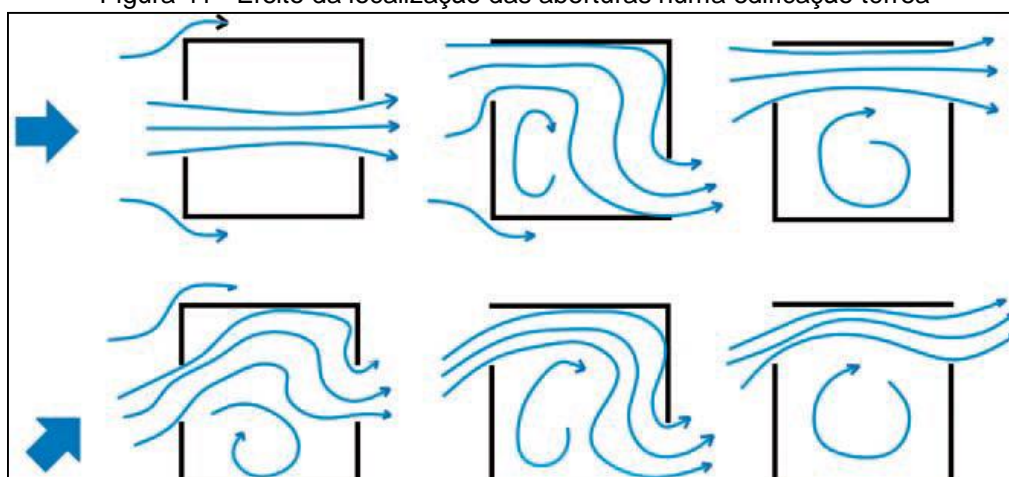
As ruas devem ser curtas e orientadas em função do sombreamento, que pode ser auxiliado pela utilização da vegetação ao lado do poente, permitindo, assim, a permanência e o deslocamento do pedestre pelo local (ROMERO, 2000). Com relação à largura, as ruas situadas perpendicularmente ao sentido dos ventos dominantes devem ter dimensões maiores, para que as edificações localizadas em lados opostos da via não sirvam como barreira à ventilação (BITTENCOURT, 2008)

Os espaços públicos abertos devem ser de pequenas dimensões e bastante arborizados, assim a vegetação, além de promover o sombreamento, pode absorver a radiação solar e gerar “perda de calor por evaporação e pelo diferencial térmico produzido” (ROMERO, 2000). Portanto, nas proximidades dos espaços construídos a ventilação também é favorecida.

4.5.2 Componentes Arquitetônicos

A ventilação natural, como já citado, é a principal medida de conforto térmico passivo para a região em estudo. Ela pode ser obtida no interior da edificação através das suas aberturas. A forma, as dimensões e a localização delas exercem grande influência na movimentação do ar interno (BITTENCOURT, 2008; FROTA e SCHIFFER, 2001). Aberturas distribuídas em fachadas diferentes da edificação pode aperfeiçoar o uso da ventilação cruzada, devido à variação de pressão entre elas (Figura 41).

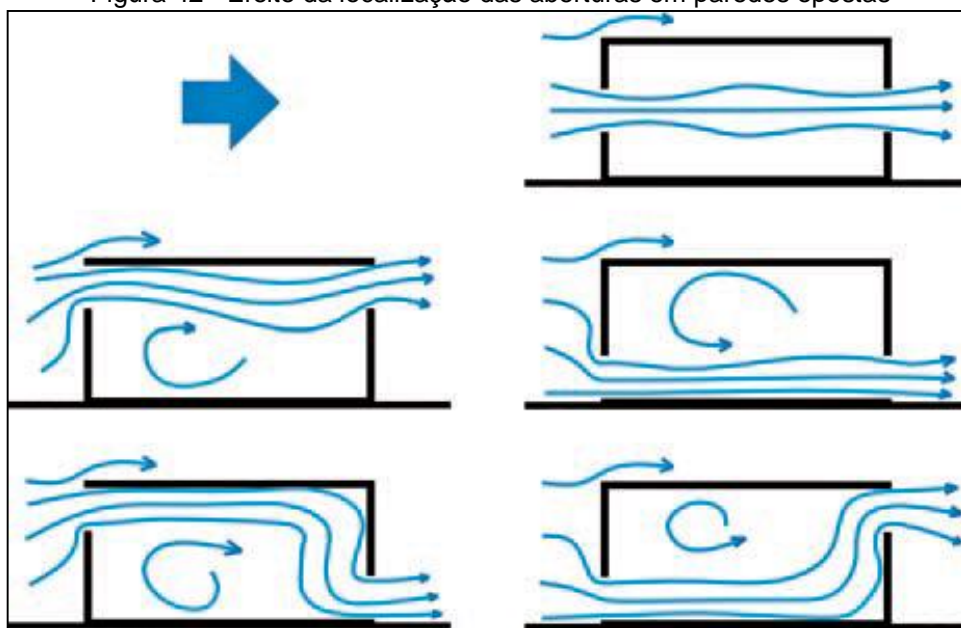
Figura 41 - Efeito da localização das aberturas numa edificação térrea



Fonte: Givoni, 1976 apud Bittencourt, 2010

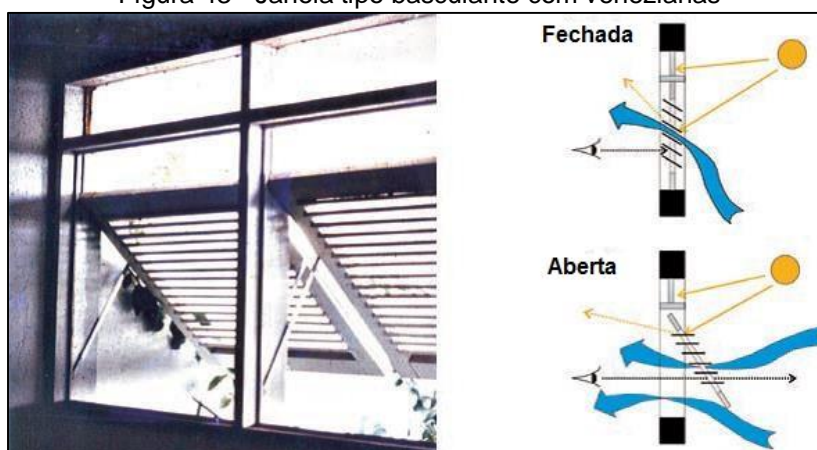
A diferença de altura entre as aberturas de entrada e saída do vento também pode aumentar a movimentação do ar, pelo fato da velocidade do vento ser maior a certa altura provocando uma sucção do ar interno, conforme a figura 42 (BITTENCOURT, 2008). Para as regiões de clima quente, as aberturas de janelas mais indicadas são as que possuem venezianas, pois permitem o ajuste adequado para o controle da privacidade, vento, chuva, raios solares e iluminação natural (Figura 43).

Figura 42 - Efeito da localização das aberturas em paredes opostas



Fonte: Olgyay, 1963; Evans, 1980 apud Bittencourt, 2010

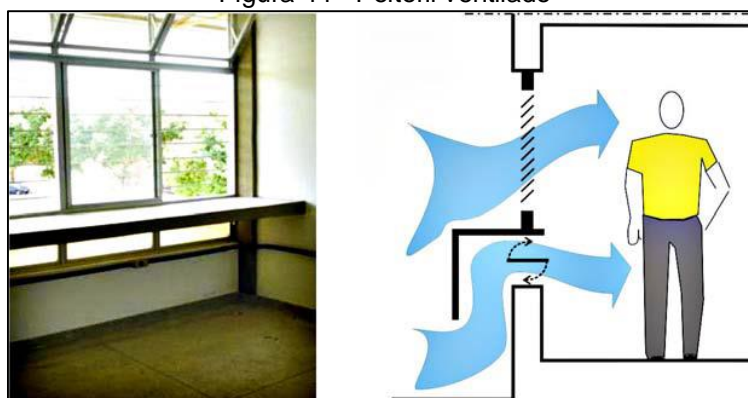
Figura 43 - Janela tipo basculante com venezianas



Fonte: Bittencourt, 2010

As aberturas nas edificações ainda podem ser do tipo peitoril ventilado, captador e exaustor de vento, *shed* e cobogó. O peitoril ventilado é uma abertura localizada logo abaixo da janela, protegida por uma estrutura em “L” que permite a passagem do vento sem que haja a penetração de chuva ou da radiação solar direta (Figura 44). Tal mecanismo, devido a sua dimensão e localização, possibilita ainda a utilização da ventilação noturna, sem pôr em risco a segurança do ambiente (BITTENCOURT, 2010).

Figura 44 - Peitoril ventilado

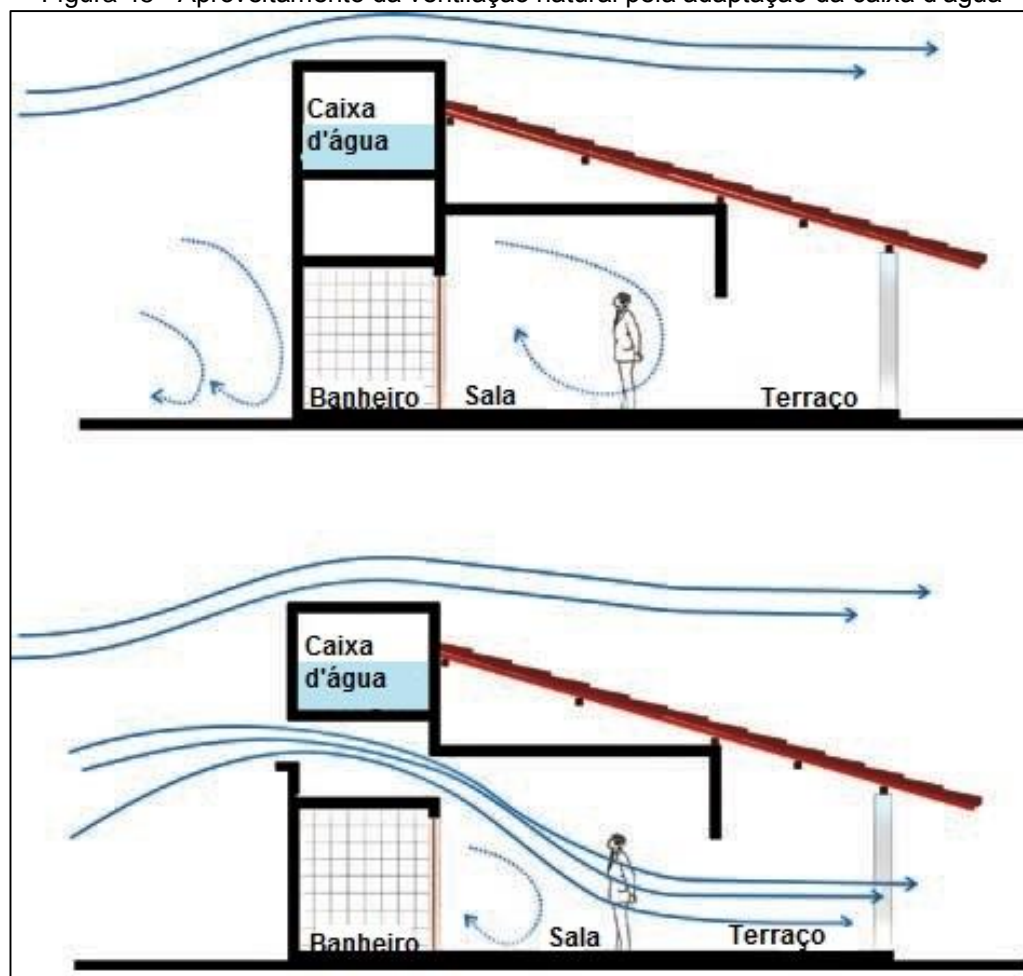


Fonte: Bittencourt, 2010

Os captadores de vento são “torres verticais, com aberturas na parte superior e inferior” (*ibidem*, 2008), que captam o vento a uma altura onde sua velocidade é maior. Eles são bastante utilizados em climas quente e seco para diminuir a quantidade de poeira e resfriar o ar. Mas podem ser também aplicados ao

clima quente e úmidos para aumentar a distribuição do movimento de ar no interior da edificação. Segundo Bittencourt (2008), estudos realizados mostram que a utilização das torres de caixa d'água como captadores de vento podem melhorar em 100% a ventilação nos ambientes (Figura 45).

Figura 45 - Aproveitamento da ventilação natural pela adaptação da caixa d'água

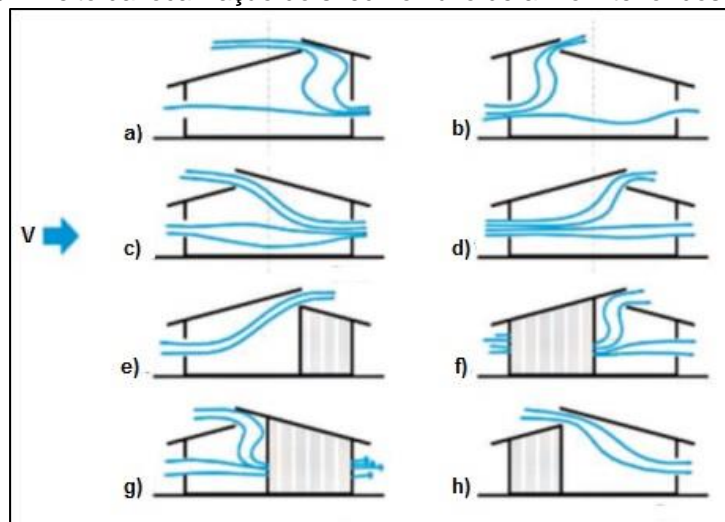


Fonte: Bittencourt, 2010

Os *sheds* são abertura na altura da cobertura, e podem funcionar como captadores ou exaustores de vento, dependendo da sua localização em relação à direção dos ventos. Já o efeito e o desempenho do vento dentro do ambiente podem variar de acordo com sua localização em relação ao eixo central da construção (Figura 46). Esses elementos instalados no nível do telhado podem auxiliar tanto na ventilação, como na iluminação natural do ambiente interno (BITTENCOURT, 2008). Esse tipo de solução arquitetônica está presente em

algumas obras do Arquiteto João Filgueiras de Lima (Lelé), que utiliza a cobertura metálica curvada associada aos sheds (Figura 47).

Figura 46 - Efeito da localização do shed no fluxo de ar no interior dos ambientes



Fonte: Gandemer et al., 1982 apud Bittencourt, 2010

Figura 47 - Coberturas metálicas associadas aos sheds nas obras de Lelé

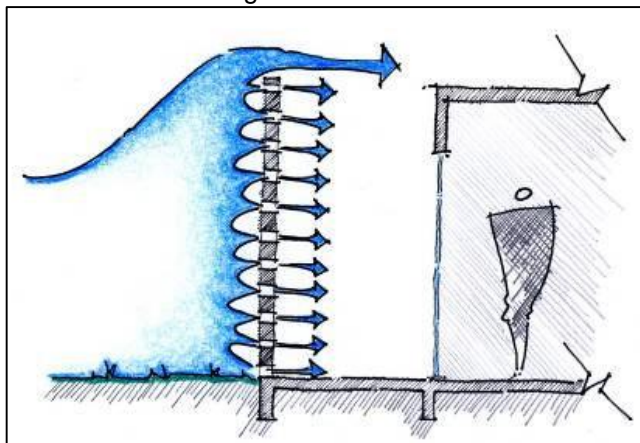


Fonte: Marti, 2013 e Horta, 2008

Por fim, os cobogós, que são elementos verticais vazados, permitem a ventilação natural do ambiente, mas atua como um redutor de velocidade do vento (Figura 48). Eles são recomendados onde a ventilação natural é desejada, mas a intensidade do vento do local é maior que o necessário para proporcionar o conforto.

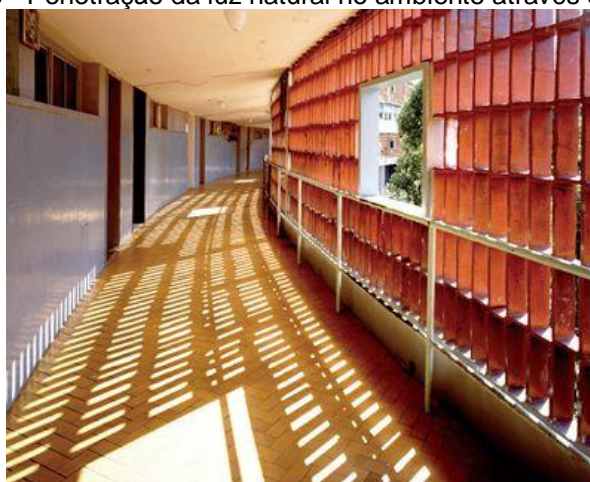
Por isso, esse dispositivo deve ser localizado em uma orientação, tendo em vista a direção dos ventos predominantes (MOVIMENTO TERRAS, 2012). Os elementos vazados, também podem funcionar como protetores solares, diminuindo o efeito da radiação, contudo, permitindo a entrada da luz natural (Figura 49).

Figura 48 - Efeito do cobogó como redutor de velocidade do vento



Fonte: Movimento Terras, 2012

Figura 49 - Penetração da luz natural no ambiente através do cobogó



Fonte: Bob Wolferson apud Bonduki, 2013

Os elementos vazados também podem ser utilizados para proporcionar ventilação de um ambiente interno para outro. A utilização de divisórias internas permeáveis não é inovadora, em edificações antigas na região quente e úmida do Brasil pode ser encontrado esse tipo de mecanismo que permite penetração do ar (Figura 50). A única desvantagem desse elemento, é que devido a sua porosidade, além da passagem do vento, ele também facilita a propagação do ruído, podendo reduzir a privacidade do ambiente (BITTENCOURT, 2008)

Figura 50 - Vedações internas permeáveis à passagem do ar em Pilar/AL



Fonte: Bittencourt, 2010

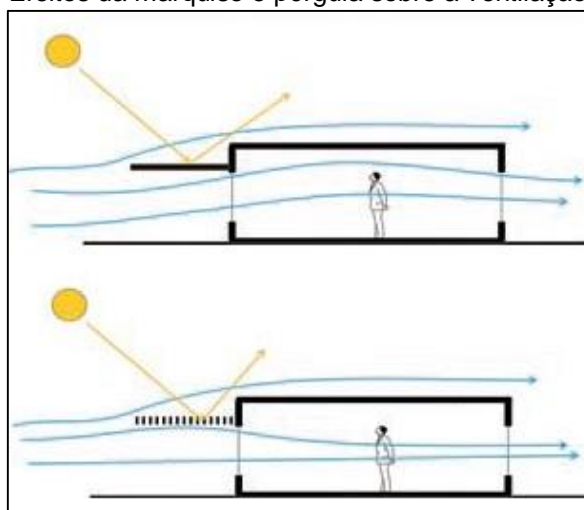
Os beirais e as varandas também desempenham uma função importante para a circulação de ar, principalmente em construções térreas. Eles redirecionam parte da corrente de ar, que seria dispersa por cima do edifício, para dentro do ambiente, aumentando, assim, a ventilação (*ibidem*, 2008). Ao mesmo tempo, essas extensões horizontais (Figura 51) colocadas sobre as aberturas da edificação criam sombra e proteção, diminuindo os efeitos da radiação solar. O uso de marquises e pérgulas sobre as aberturas também podem aprimorar esses dois elementos – ventilação e insolação (Figura 52).

Figura 51 - Varanda com beiral amplo



Fonte: Cunha, 2007

Figura 52 - Efeitos da marquise e pérgula sobre a ventilação e insolação



Fonte: Adaptado de Bittencourt, 2010

Outro mecanismo de controle da insolação é o *brise-soleil* (quebra-sol). Ele é empregado em frente ou acima das aberturas da edificação, podendo ter lâminas empregadas na vertical ou horizontal (Figura 53 e 54). Assim, como as venezianas das janelas, eles podem ser fixos ou reguláveis, permitindo um maior controle solar. O seu uso, como protetor solar é mais eficaz, que a veneziana interna, por exemplo, pois pode bloquear a incidência da radiação solar sobre a edificação antes que ela atinja e penetre sua envoltória (FROTA e SCHIFFER, 2001). Contudo, sua utilização combinada pode apresentar um resultado mais proveitoso.

Figura 53 - Brise frontal com lâminas fixas de alumínio aplicadas na vertical e horizontal



Fonte: Dams incorporated, 2014

Figura 54 - Brise superior com lâminas reguláveis de madeira



Fonte: Definos Assoalhos, 2012

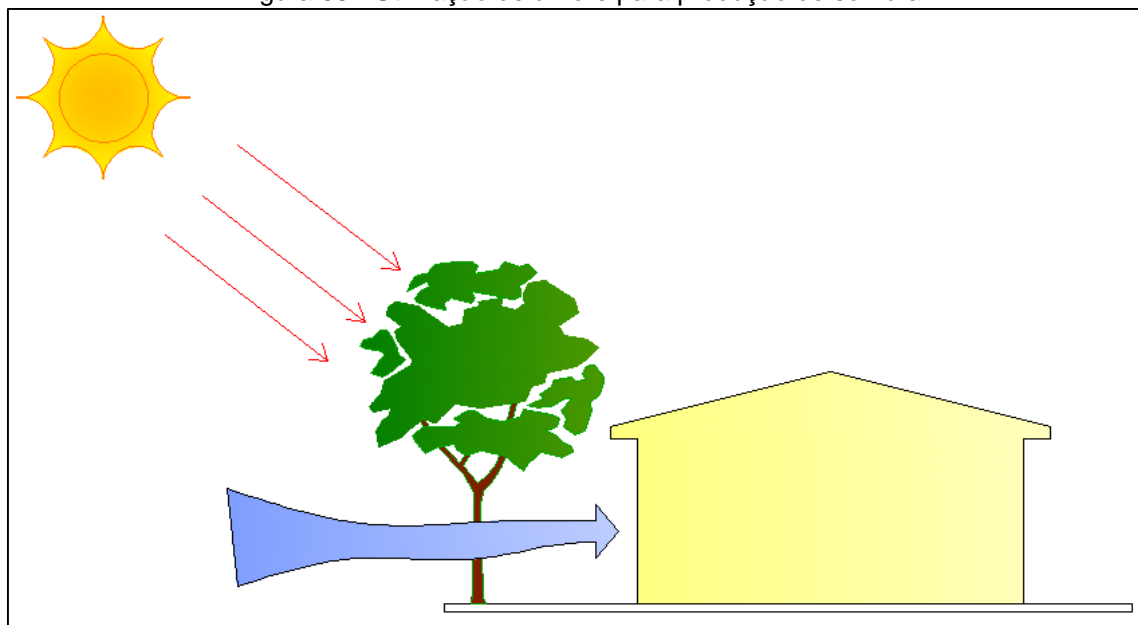
A proteção da edificação contra a radiação também pode ser obtida através da inércia térmica – capacidade de amortecer e atrasar a transmissão de calor - dos materiais utilizados (FROTA e SCHIFFER, 2001). A construção deve apresentar média ou leve inércia térmica, para facilitar “a retirada do calor interno armazenado durante o dia” e favorecer o resfriamento do ambiente durante a noite, quando a temperatura externa é mais amena. Porém, os elementos de vedação, cobertura e revestimento também devem possuir certo isolamento térmico, para impedir que a radiação, recebida por esses elementos, penetre-os e superaqueça o ambiente interno (*ibidem*, 2001).

A vegetação, mesmo não sendo um componente construtivo, também contribui para criar um microclima no interior da edificação. A utilização de árvores próxima às aberturas da construção pode produzir sombra e filtrar a radiação solar, que é absorvida pelas suas folhagens (Figura 55). Contudo, a altura de suas copas deve ser adequada, para que as mesmas não sirvam como barreiras para a passagem dos ventos (FROTA e SCHIFFER, 2001; ROMERO, 2000). A vegetação rasteira (gramíneas) usada como cobertura do solo “reduzir a absorção da radiação solar e a reflexão sobre as superfícies construídas”, diminuindo a temperatura do ar (ROMERO, 2000).

Pesquisas realizadas por Abreu e Labaki (2008), sobre as condições bioclimáticas de ambientes urbanos com a presença de vegetação, comprovam que

a inserção de árvores na malha urbana pode trazer grande melhoria no microclima das cidades, reduzindo a temperatura do ar e proporcionando mais conforto térmico.

Figura 55 - Utilização de árvore para produção de sombra



Fonte: Adaptado de Romero, 2000

5. ANÁLISE DO OBJETO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DE ARACAJU

A capital do estado de Sergipe, menor estado da federação, está situada na Região Nordeste do território brasileiro, inserida na microrregião do Leste Sergipano (Figura 56). A cidade de Aracaju localiza-se entre as coordenadas 10° 91' de latitude sul e 37° 07' de longitude oeste, limita-se com os municípios de Itaporanga D'ajuda, São Cristovão, Nossa Senhora do Socorro, Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros. De acordo com o IBGE (2010), o município de Aracaju abrange uma área de 181,857 km², com uma população de 571.149 habitantes e uma densidade demográfica de 3.140,67 hab./km².

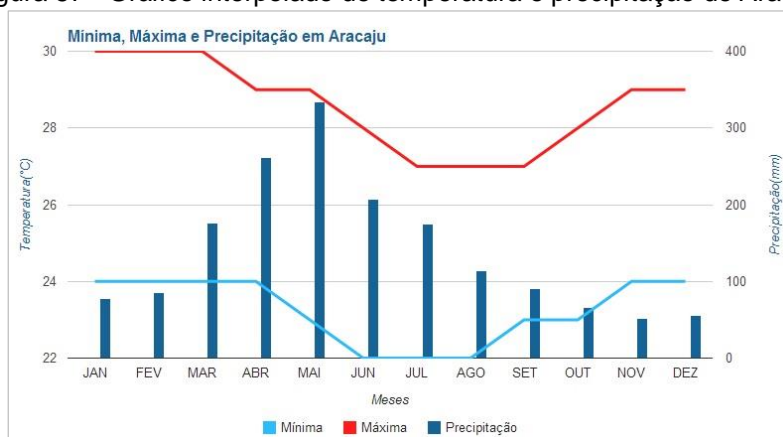
Figura 56 - Mapa de Sergipe, com destaque ao município de Aracaju



Fonte: Adaptado do Wikipédia, 2014

Conforme as Normais Climatológicas, Aracaju caracteriza-se por apresentar dois períodos climáticos definidos: um mais chuvoso que vai de março a agosto, onde se concentra 75% das chuvas; e outro quente que vai de setembro a fevereiro, onde atinge o maior índice de insolação de 264 horas (Figura 57). A precipitação média anual é de 1695,2 mm, com intensidade máxima no mês de maio. Os ventos predominantes na região são leste e sudeste, no período chuvoso e seco, respectivamente. A amplitude térmica da cidade é baixa, temperatura média anual de 26°C, com média máxima de 28,5°C e média mínima de 23,2°C. A umidade relativa do ar média é 78,2% e a insolação total média de 2.721 horas (INMET, s.d.)

Figura 57 - Gráfico interpolado de temperatura e precipitação de Aracaju



Fonte: INMET apud ClimaTempo, 2014

Segundo o Mapa de Clima do Brasil do IBGE (1978), o município de Aracaju está inserido no clima Tropical nordeste oriental, quente e úmido, por

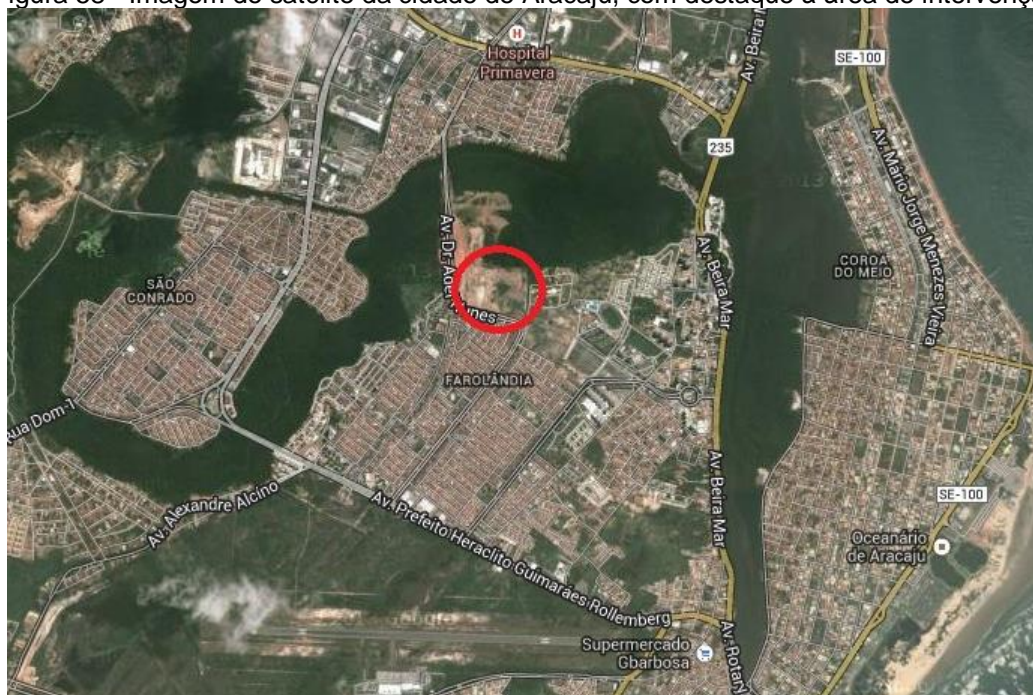
apresentar temperatura média acima de 18°C em todos os meses do ano e até três meses de período de seca. O clima tropical quente-úmido é caracterizado por apresentar pequena variação de temperatura durante o dia, como durante o ano; apenas duas estações (verão e inverno), alta umidade relativa do ar (acima de 75%), radiação solar difusa muito intensa, vento fraco com direção predominantemente sudeste e por estar localizada, geograficamente, entre os trópicos de Câncer (23° 27' N) e Capricórnio (23° 27' S) (ROMERO, 2000).

5.2 ÁREA DE INTERVENÇÃO

5.2.1 Aspectos físicos e ambientais

A escolha da área de intervenção se deu através da busca por vazios urbanos que inseridos na malha urbana, numa configuração de acesso fácil a serviços, comércio, escolas, transporte, saúde e infraestrutura. O terreno escolhido para a elaboração da proposta do projeto habitacional de interesse social bioclimático localiza-se na Avenida Dr. Adel Nunes no conjunto Augusto Franco que está inserido no bairro Farolândia no município de Aracaju/SE (Figura 58).

Figura 58 - Imagem de satélite da cidade de Aracaju, com destaque à área de intervenção



Fonte: Adaptado do Google Maps, 2014

No entorno do local, em um raio de 1,5 km, encontra-se alguns equipamentos urbanos e serviços, como: a Universidade Tiradentes, escolas (Estaduais e particulares, do infantil ao Ensino médio), posto de saúde, delegacia de polícia, parada de ônibus com várias linhas disponíveis que passam pelos Terminais de Integração da cidade, supermercados, feiras livres, praças, ginásio de esportes “Augusto Franco” - SESI/SENAI e espaço para eventos, indicado na figura 59.

Figura 59 - Mapa de identificação dos equipamentos e serviços no entorno do terreno



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2014

O terreno plano está situado em uma região em que, segundo a SEPLAN (PMA, 2004), o solo é variado, com pouca suscetibilidade à erosão, não possuindo qualquer restrição para a ocupação urbana. A cobertura vegetal existente no local é basicamente rasteira e escassa, com uma pequena quantidade de massa arbustiva acomodada à direita e uma árvore localizada no meio do terreno, conforme as figuras 60 e 61. Na lateral direito do terreno existe também um córrego, que escorre em direção ao rio Poxim conforme a figura 62.

Figura 60 - Escassez de vegetação, com a presença da única árvore no terreno



Figura 61 - Massa arbustiva presente no terreno

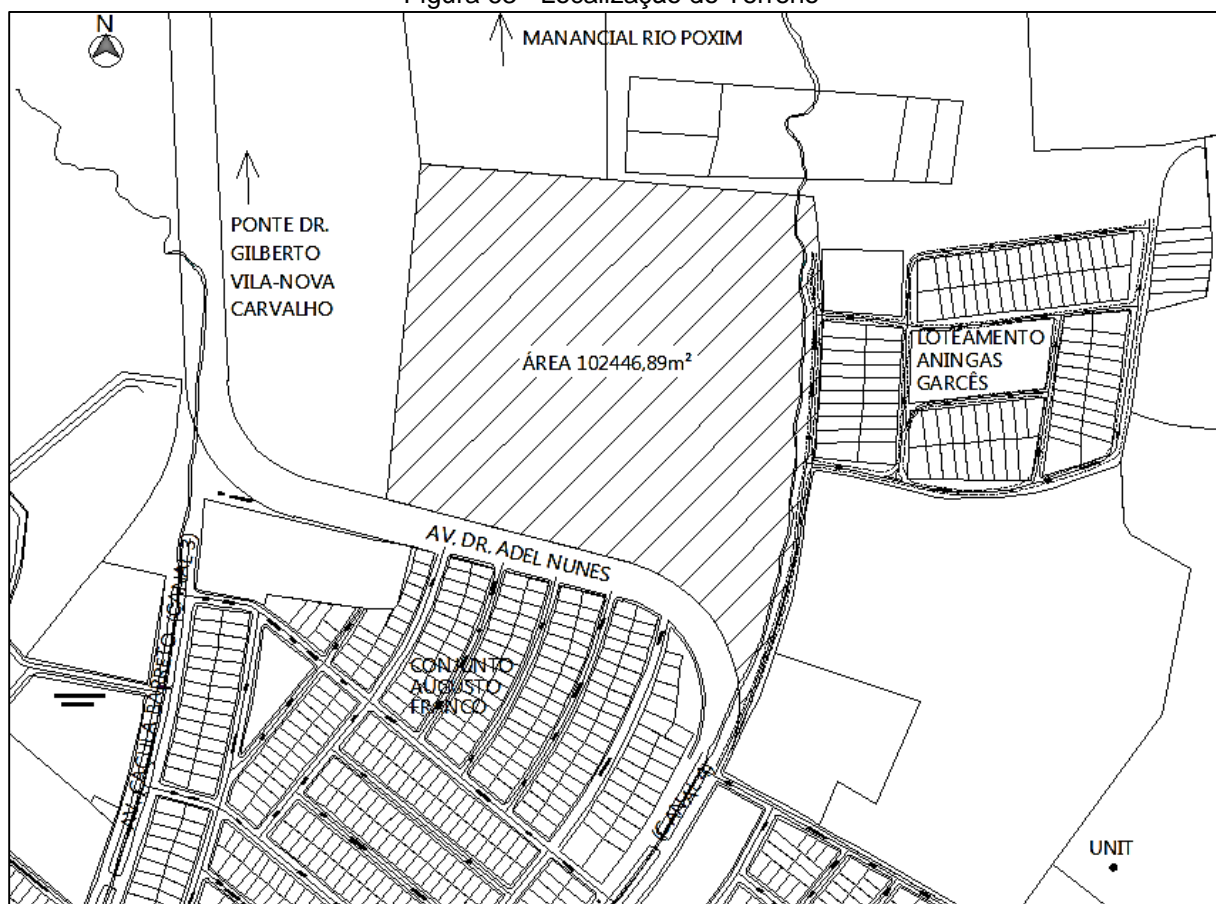


Figura 62 - Córrego presente na extremidade direita do terreno



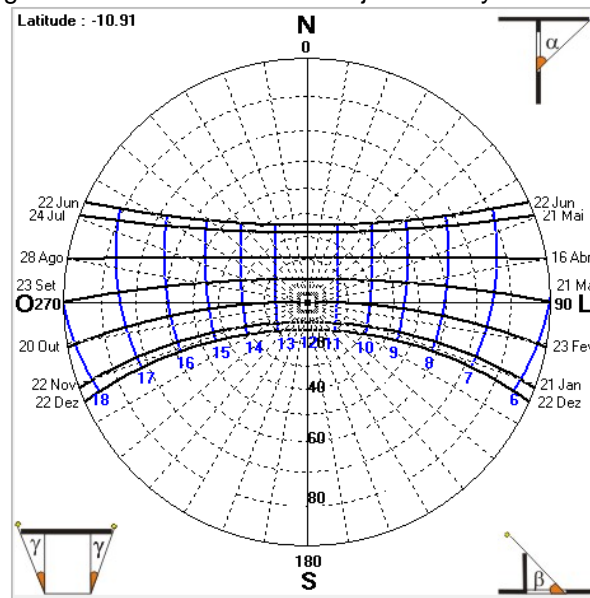
O terreno, com área de 102.446,89 m², é formado por uma poligonal disforme, pois sua frente acompanha o percurso da avenida (Figura 63). Analisando a carta solar, referente à cidade de Aracaju, pode ser identificada a trajetória do Sol para cada período do ano (Figura 64). Para os meses de maior insolação – Janeiro e Novembro, segundo as Normais Climatológicas (INMET, s/d) – às 3 horas da tarde o sol se encontra a uma altura entorno de 45° com orientação sudoeste. Já no período de menor insolação – de Maio a Julho – a inclinação do sol para o mesmo horário é entorno de 55° com orientação noroeste (Figura 65). Sendo assim, a pior situação em relação ao Sol é no sentido sudoeste.

Figura 63 - Localização do Terreno



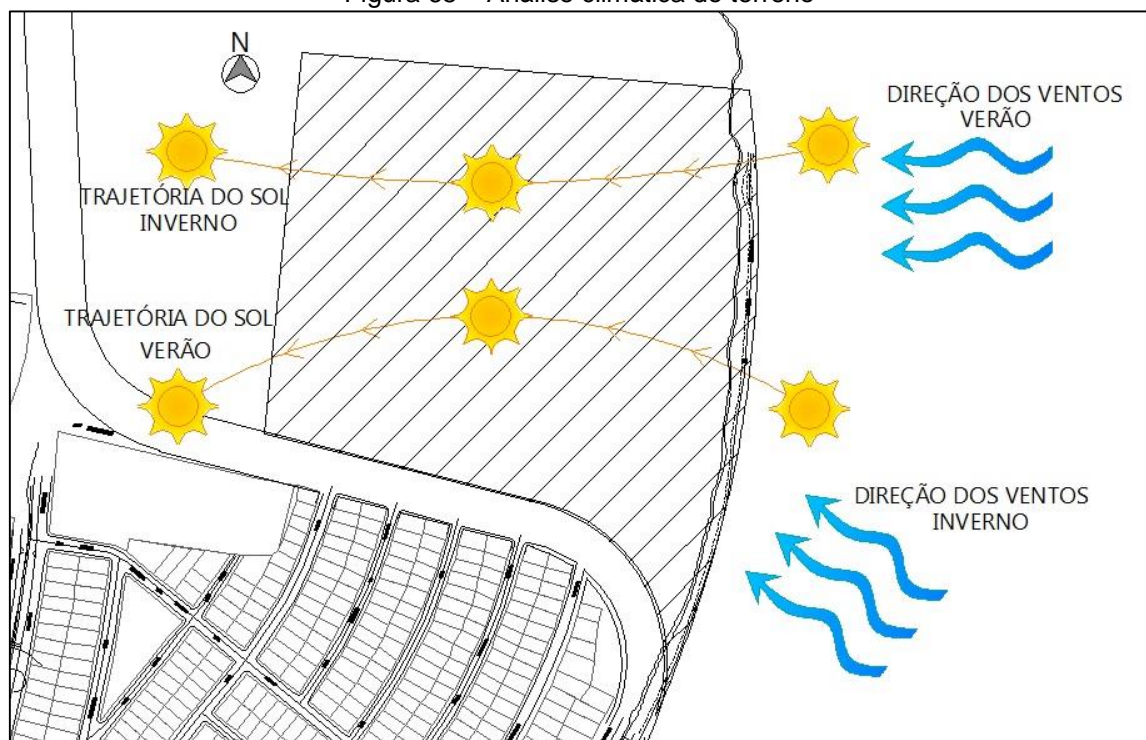
Fonte: Adaptado de SEMFAZ, 2014

Figura 64 - Carta solar de Aracaju do Analysis SOL-AR



Fonte: Maciel, 2005

Figura 65 – Análise climática do terreno



Fonte: Adaptado de SEMFAZ, 2014

Em relação à direção do vento, como visto no item 6.1, no período de Março a Setembro, quando a insolação é menor, ele é predominante na direção sudeste. No período de Outubro a Fevereiro, quando a insolação é intensa, a ventilação predomina no sentido leste (Figura 65). Deste modo, é necessário evitar que os ambientes de longa permanência da edificação estejam localizados a poente,

e privilegiar seu posicionamento a nascente, para assim obter um melhor resultado térmico.

5.2.2 Aspectos Legais

Para elaborar uma proposta urbanística e arquitetônica é necessário levar em consideração as diretrizes legais presentes na legislação municipal de Aracaju, para tornar o projeto apropriado a um futuro licenciamento de implantação. Para esse projeto, foram analisadas a Lei de Parcelamento e Ocupação do Solo, o Plano Diretor e o Código de Obras e Edificações de Aracaju.

5.2.2.1 Lei de Parcelamento e Ocupação do Solo e o Plano Diretor

A Lei de Parcelamento do Solo possui alguns requisitos quanto ao loteamento de áreas de interesse social. A área mínima exigida para fins de loteamento é de 40.000 m², dos quais ainda são especificados percentuais a serem destinados às áreas verdes, aos equipamentos urbanos e comunitários e à circulação e urbanização. A via de circulação deve ter o mínimo de 10 metros, ressaltando que nas vias estão incluídas as calçadas – com mínimo de 2 metros de largura cada - e as faixas de rolamento veicular – com mínimo de 6 metros.

O lote mínimo admitido para áreas especiais de interesse social é de 125 m² com testada de mínima de 6 metros. Além da determinação da área mínima do lote, são estabelecidos também os recuos mínimos obrigatórios para as construções residenciais localizados na Zona de Adensamento Básico - ZAB, onde o terreno escolhido está inserido:

- Recuo frontal de 3m para vias coletoras II e locais, e de 5m para vias coletoras I e principais;
- Recuo lateral/fundos: isento.

A existência de recuos no lote, em relação à edificação, é recomendada para ter um melhor aproveitamento da ventilação natural no interior da construção, pois esse afastamento permite a circulação do vento entre as edificações.

Ainda, em relação à ocupação do solo, o Plano diretor traz as diretrizes de altura máxima permitida, taxa de ocupação máxima e taxa de permeabilidade mínima, conforme a tabela 5, para edificações térreas inseridas na ZAB.

Tabela 5 - Diretrizes de ocupação do solo do Plano Diretor de Aracaju para a ZAB

DIRETRIZES	PLANO DIRETOR
Altura máxima	A que o lote permitir desde que resguardado o coeficiente máximo de aproveitamento de 4,0.
Taxa de Ocupação Máxima	90%
Taxa de permeabilidade mínima	10%

Fonte: Adaptado de PMA, 2010

5.2.2.2 Código de Obras e Edificações

Os parâmetros de maior importância que devem ser considerados no Código de Obras, são aqueles relacionados ao dimensionamento interno dos ambientes da habitação unifamiliar, conforme descritos na tabela 6. Essas dimensões foram utilizadas, como base para o cálculo do pré-dimensionamento das unidades habitacionais.

Tabela 6 - Lista de áreas e dimensões mínimas dos ambientes residenciais para Aracaju

COMPARTIMENTO	ÁREA MÍNIMA (m ²)	DIÂMETRO MÍNIMO (m)	PÉ DIREITO MÍNIMO (m)	ÁREA MÍNIMA DOS VÃO DE ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA DO PISO
Sala	9,00	2,20	2,50	1/6
1° Quarto	8,00	2,00	2,50	1/6
2° Quarto	8,00	2,00	2,50	1/6
3° Quarto	6,00	2,00	2,50	1/6
Cozinha	4,00	1,50	2,20	1/8
Sanitário	2,00	1,00	2,20	1/8
Área de serviço	2,50	-----	-----	1/8

Fonte: Adaptado de PMA, 2010

Além da legislação local, foram revisadas também as normas técnicas da ABNT: a NBR 15220/05 Desempenho Térmico de Edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso

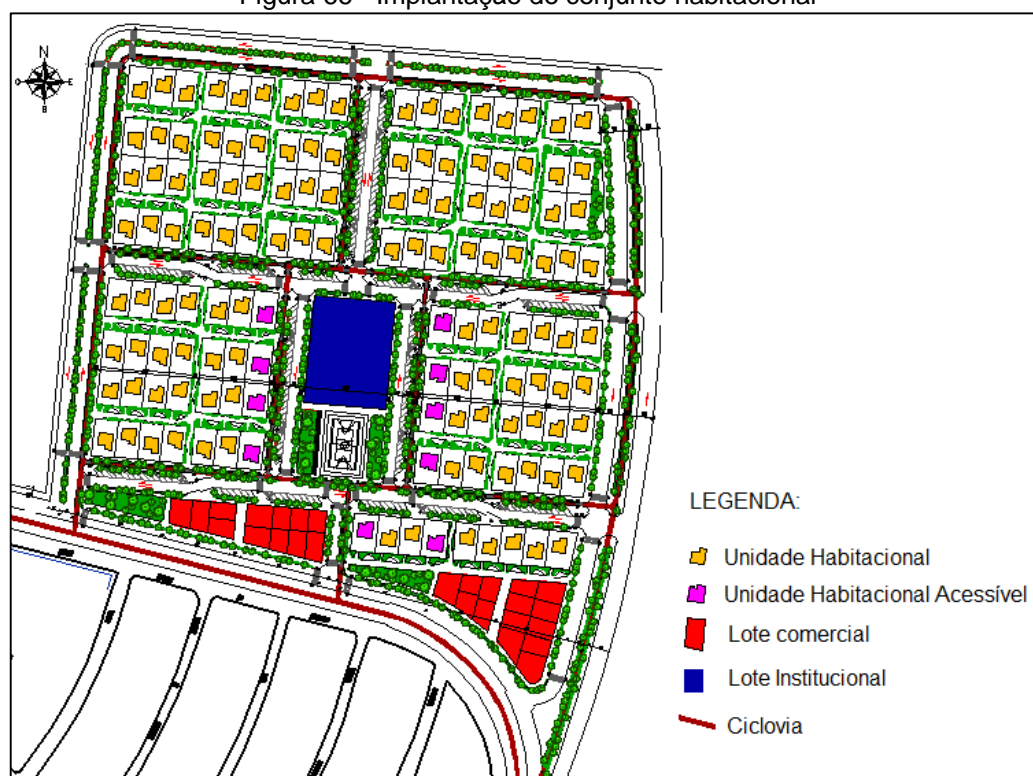
térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, a NBR 15220/05 Desempenho Térmico de Edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social – as quais foram a referência para a elaboração da proposta desse trabalho - e a NBR 9050/04: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

6 PROPOSTA PROJETUAL

6.1 IMPLANTAÇÃO

O desenho urbano do conjunto habitacional teve como partido, além do conforto térmico, a valorização do pedestre em detrimento dos veículos e a interação entre os moradores. O conjunto foi formado a partir de uma perimetral que contorna todo o terreno, servindo como via de grande tráfego e de acesso principal. Através dela se derivam as vias secundárias mais internas ao conjunto, onde estão localizados os estacionamentos. Essa configuração mantém o conjunto centralizado e isolado (Figura 66).

Figura 66 - Implantação do conjunto habitacional



O conjunto está dividido em sete quadras. Duas quadras, localizadas na parte sul do conjunto, foram destinadas para lotes comerciais devido a sua proximidade com a Avenida Dr. Adel Nunes de grande fluxo de veículos. Assim, o comércio servirá como barreira de proteção, como também acústica (ruído dos veículos) para as unidades habitacionais que estão situadas mais próximo da avenida.

Uma quadra central está reservada para o uso institucional, ela foi assim configurada para manter um mesmo raio abrangência entre todas as unidades habitacionais. Ela contém uma quadra poliesportiva e uma área reservada para construção de equipamento urbano. A sugestão é que esse equipamento seja uma creche, pois no entorno a quantidade desse tipo de instituição não serei suficiente para atender a nova demanda.

E, por fim as quatro grandes quadras, localizadas nas laterais da quadra central e na parte superior do conjunto, recebem as unidades habitacionais. O conjunto é composto por 118 unidades habitacionais padrão e 10 unidades acessíveis (7,8%), as quais estão implantadas em uma das extremidades das quadras centrais para facilitar o acesso as mesmas.

Os lotes estão arranjados na quadra visando uma melhor distribuição da ventilação no conjunto urbanizado (Figura 67). Assim, os lotes foram dispostos longitudinalmente no sentido norte/sul, com as casas implantadas de maneira intercalada. Dessa forma, as esteiras de vento de cada edificação se distribuem de modo que não interferem nas construções adjacentes, contribuindo para a recuperação da incidência e velocidade dos ventos originais (MONTEIRO, 2012).

Figura 67 – Esquema de distribuição da ventilação no interior das quadras



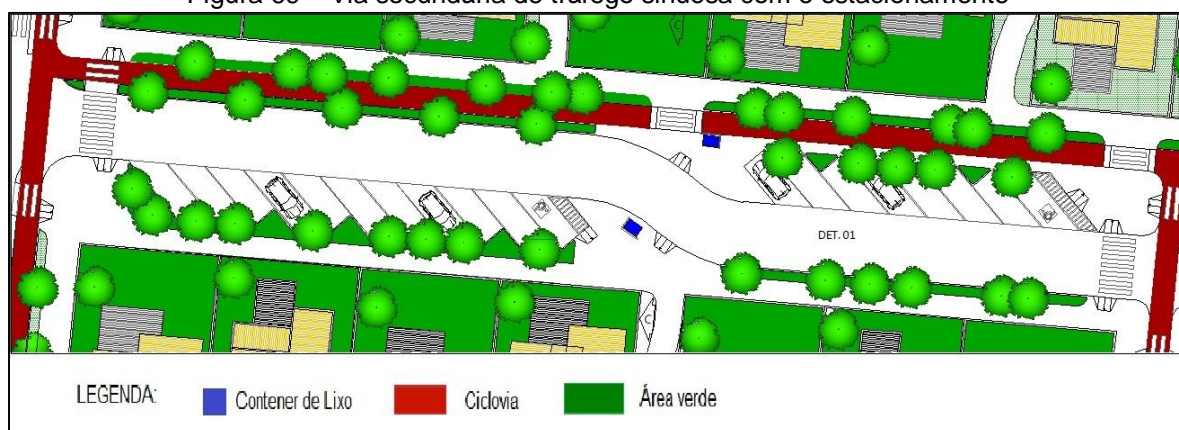
Os lotes foram implantados de forma que seu acesso principal se dá pela parte interna da quadra, através de alamedas de pedestres (Figura 68). Essas alamedas, posicionadas no sentido leste/oeste, tem uma função de praça linear para os moradores, possuindo equipamentos de lazer, que proporcionam a convivência entre os vizinhos. Essa via de pedestres, com largura de 8 metros, foi assim projetada para possibilitar a passagem do carro de bombeiros, caso ocorra algum sinistro. Essa preocupação se deu, pelo fato dos lotes localizados no centro das quadras não terem acesso direto a vias de tráfego de veículos. Foram projetadas também, vias de pedestre secundárias localizadas nas laterais dos lotes, para facilitar o acesso de uma extremidade a outra da quadra.

Figura 68 – Detalhe da quadra com a alameda de pedestres



Devido ao isolamento dos lotes centrais, foi proposto um estacionamento externo para todas as unidades do conjunto habitacional. Os estacionamentos estão localizados no entorno de cada quadra, assim o morador não precisa percorrer grandes distâncias para ter acesso a eles. Foram reservadas vagas de estacionamento para portadores de necessidades especiais PNE, localizadas de modo que o acesso ao lote seja o mais simples possível. Nas ruas com sentido leste/oeste mais internas ao conjunto, o estacionamento está distribuído em apenas um lado da via a cada trecho, criando um desvio no leito carroçável conforme a figura 69, submetendo os veículos a diminuir suas velocidades.

Figura 69 – Via secundária de tráfego sinuosa com o estacionamento



Outro elemento que se encontra às margens das quadras, é a ciclovia, que está distribuída por todo o conjunto e isolada da via de tráfego pelos estacionamentos e/ou canteiros (Figura 70), proporcionando uma maior proteção ao ciclista em relação ao fluxo de veículos. Para a travessia dos pedestres, que passam pelo estacionamento, foram instalados passeios elevado sobre a ciclovia para facilitar o acesso a quadra, principalmente para os PNE's. A ciclovia projetada é interligada a que já existe no bairro, na avenida Dr. Adel Nunes.

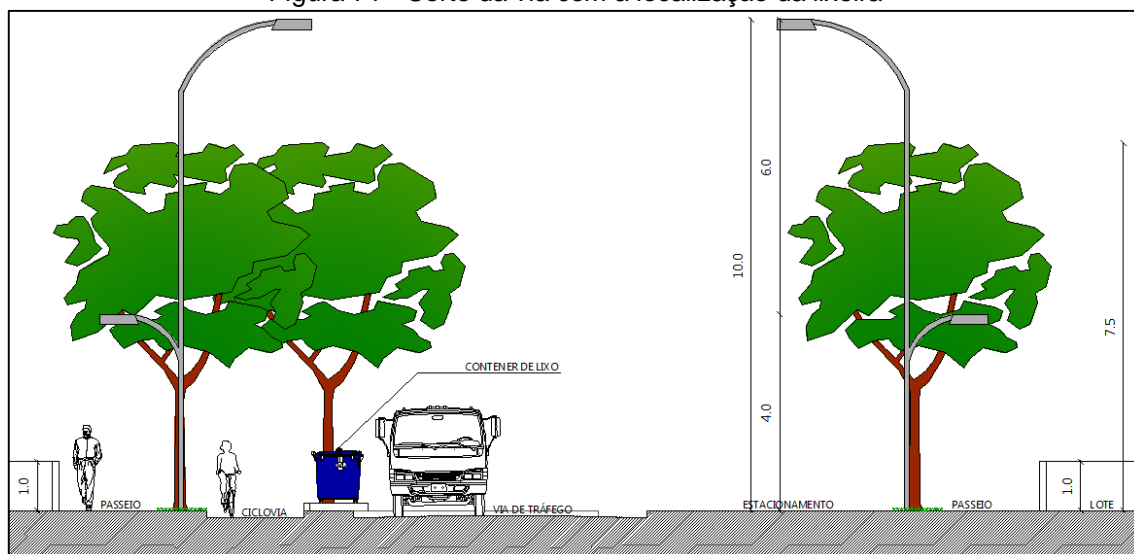
Devido ainda ao isolamento dos lotes centrais das quadras e o seu acesso restrito aos pedestres, foi analisado a situação da coleta de lixo. Foi sugerida a colocação de lixeiras - tipo contentores de resíduos (Figura 71) - nas extremidades das quadras (Figura 69), que possibilita a coleta de grande quantidade de lixo e é de fácil recolhimento para os profissionais das empresas de limpeza pública.

Figura 70 - Modelo do contêiner de resíduos



Fonte: Contemar Ambiental, 2014

Figura 71 - Corte da via com a localização da lixeira



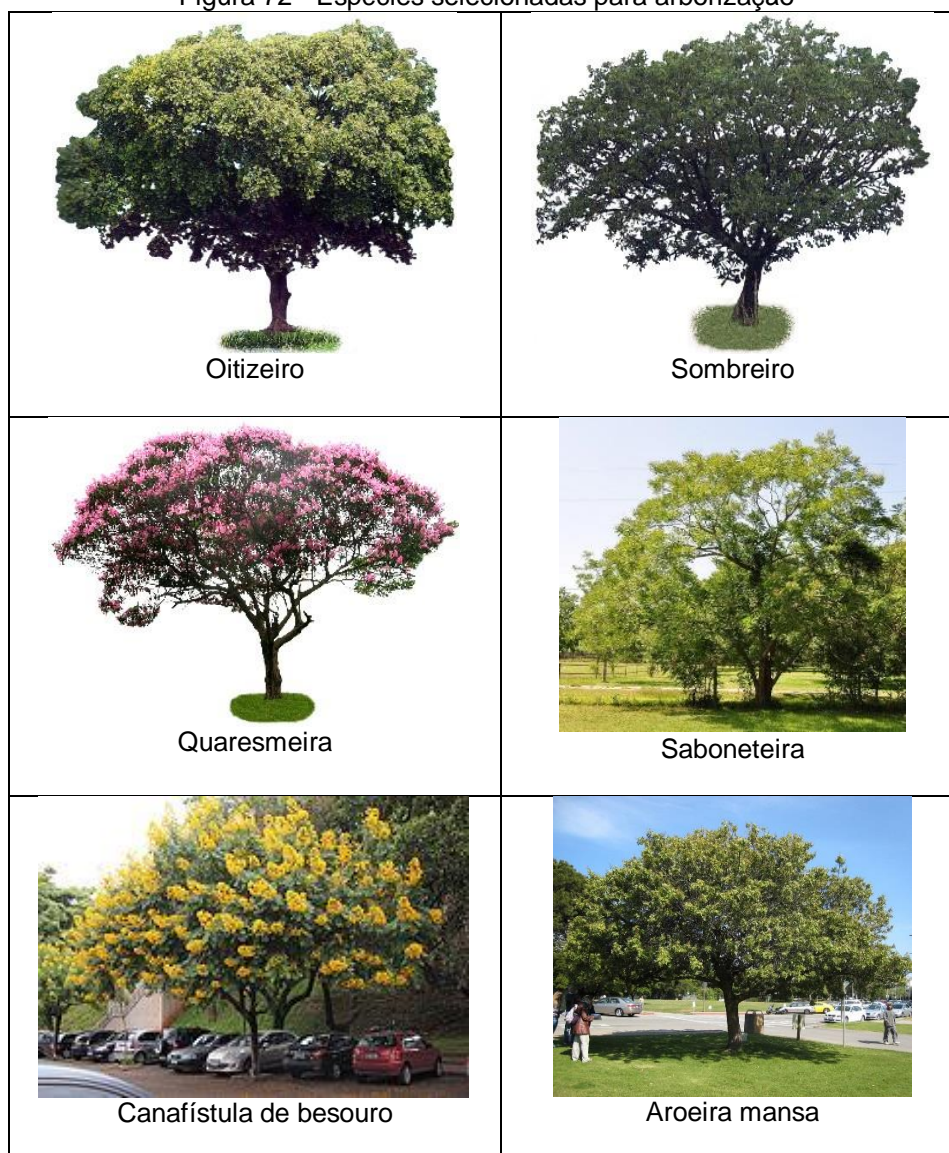
Para a arborização de todo o conjunto, foram selecionadas árvores nativas, apropriadas para a região de clima quente, por serem mais resistentes a temperatura e as pragas, como também por se adaptarem melhor ao local inserido². A vegetação escolhida (Figura 72) apresenta raízes não-agressivas, que não destroem as calçadas e copa frondosa que possibilita o sombreamento, tanto para os carros, como para os pedestres e ciclistas. As árvores selecionadas foram:

- Oitizeiro (*Licania tomentosa*)
 - Altura: 8 a 15 metros;
 - Diâmetro do Tronco: 30 a 50 centímetros;
 - Copa: bastante densa
 - Raiz: profunda e não agressiva
- Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*)
 - Altura: 5 a 10 metros;
 - Diâmetro do Tronco: 30 a 40 centímetro;
 - Copa: densa
 - Raiz: profunda e não agressiva
- Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*)

² Informações retiradas de <<http://www.ipef.br>> Acessado em 09/06/2014.

- Altura: 5 a 10 metros;
- Diâmetro do Tronco: 30 a 40 centímetro;
- Copa: densa
- Raiz: pivotante e profunda
- Saboneteira (*Sapindus saponaria*)
 - Altura: 5 a 10 metros;
 - Diâmetro do Tronco: 30 a 40 centímetros;
 - Copa: bastante densa
 - Raiz: profunda e não agressiva
- Canafístula de besouro (*Senna spectabilis*)
 - Altura: 5 a 10 metros;
 - Diâmetro do Tronco: 30 a 40 centímetro;
 - Copa: densa
 - Raiz: profunda e não agressiva
- Aroeira mansa (*Schinus terebinthifolius*)
 - Altura: 5 a 10 metros;
 - Diâmetro do Tronco: 30 a 60 centímetros;
 - Copa: bastante densa
 - Raiz: pivotante e profunda

Figura 72 - Espécies selecionadas para arborização



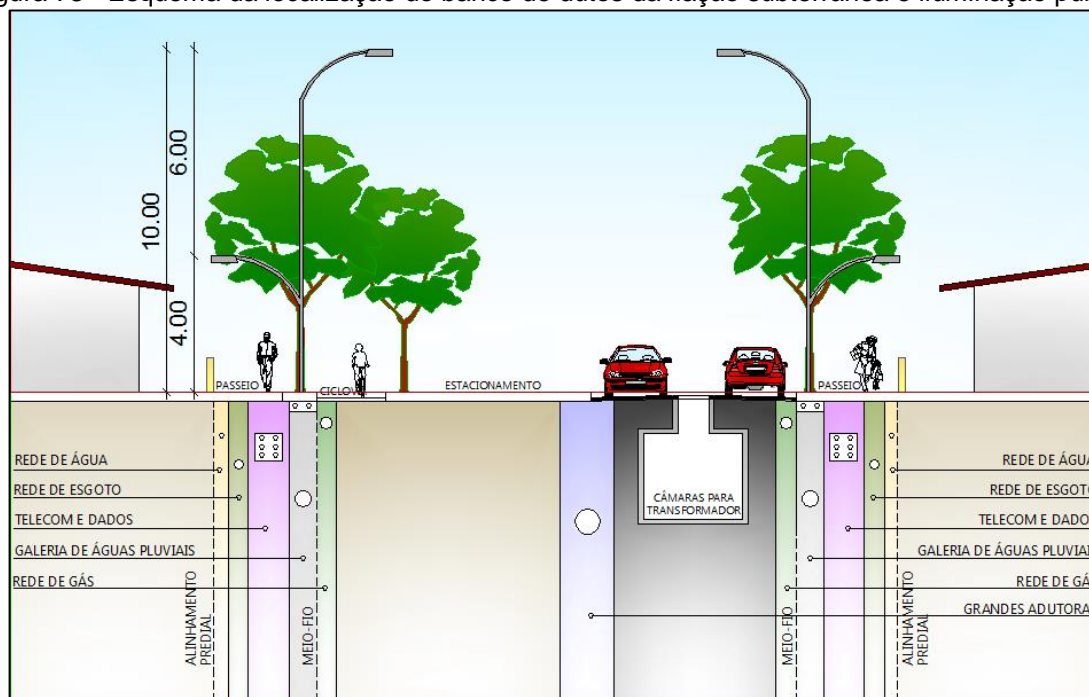
Fonte: Teixeira, 2002

Com a presença de bastantes unidades arbóreas, propõe-se a utilização de fiação elétrica subterrânea (Figura 73), para que não haja problemas com a podas das árvores e locação das mesmas nas vias urbanas. As espécies selecionadas, com raízes não agressivas favorecem a utilização da fiação subterrânea, pois não agredem o sistema. Apesar de inicialmente apresentar maior valor de instalação³, a fiação subterrânea, quando instalado na fase inicial de projeto apresenta um bom custo/benefício. Segundo a Copel (2010), a implantação de redes subterrâneas apresenta benefícios associados tanto para a concessionária de energia quanto para a população. Dentre os benefícios associados tem-se:

³ Segundo a Copel, a instalação da fiação subterrânea totalmente enterrada é de R\$ 5 milhões/km (Valor referente ao ano de 2010).

- Proteção da rede contra tempestades e fenômenos naturais, resultando em menores custos de operação e manutenção corretiva.
- Satisfação dos clientes pela qualidade de energia.
- Satisfação das partes interessadas (concessionária, comunidade, prefeituras).
- Integração com o meio ambiente, pois não há necessidade de podas e pela baixa poluição visual.
- Redução da gravidade de acidentes envolvendo carros.
- Melhora significativa da acessibilidade das Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PNEs).

Figura 73 - Esquema da localização do banco de dutos da fiação subterrânea e iluminação pública



Fonte: Adaptado de Copel, 2014

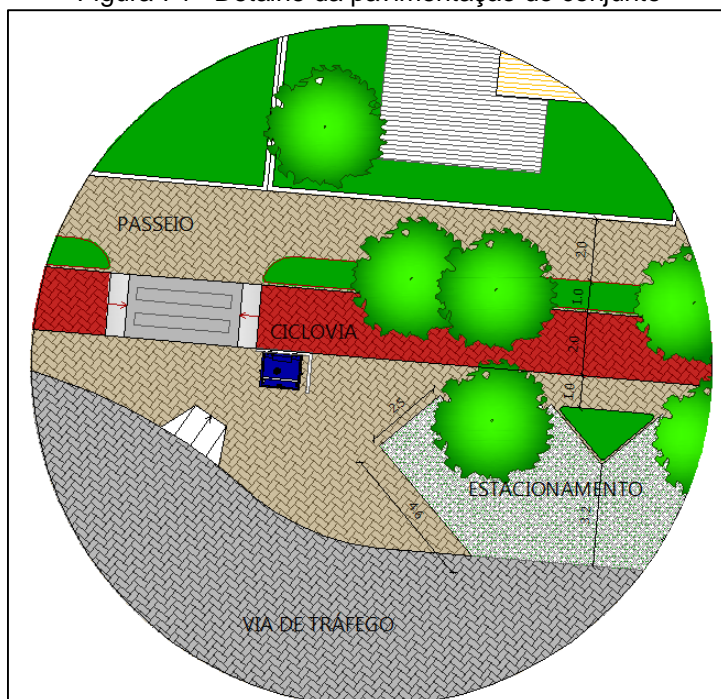
Ainda solucionando a questão do conforto térmico nas vias urbanas, com a implantação de árvores que auxiliam na atenuação da temperatura superficial dos materiais e da temperatura radiante, a solução para a iluminação pública, constituiu-se da implantação de postes com altura de 10 metros, para as vias de tráfego, e de 4 metros, para os passeios e as alamedas de pedestres (Figura 73). A definição da altura mais baixa da iluminação é para as mesmas fiquem abaixo das copas das árvores, para assim não criar sombras a noite e deixar a via mal iluminada.

Na pavimentação de todo o conjunto foram utilizados os blocos de concreto intertravados com cores diferentes para cada área (Figura 74):

- Via de tráfego: piso intertravados cinza
- Via de pedestres e passeio: piso intertravados camurça
- Ciclovia: piso intertravados vermelho⁴

Já para os estacionamentos foram utilizados os blocos de concreto do tipo concregrama. Ambas pavimentações, possibilitam a penetração da água da chuva, e absorvem menos a radiação solar, deixando o piso com a temperatura mais amena que o asfalto por exemplo.

Figura 74 - Detalhe da pavimentação do conjunto



6.2 UNIDADE HABITACIONAL

A unidade habitacional foi implantada isolada no lote com recuos laterais de 2 e 1,75 metros e recuo frontal de 4 ou 8 metros, que variam de acordo com o lote onde a unidade está inserida, para mantê-las desalinhadas entre si de

⁴ As cores dos pisos foram baseadas nos produtos disponíveis pela empresa Tecpavi. Disponível em: <http://www.tecpavi.com.br/pisosintertravados.htm> Acessado em

forma intercalada para promover uma melhor ventilação entre as edificações e em seu interior, como visto anteriormente na Figura 67.

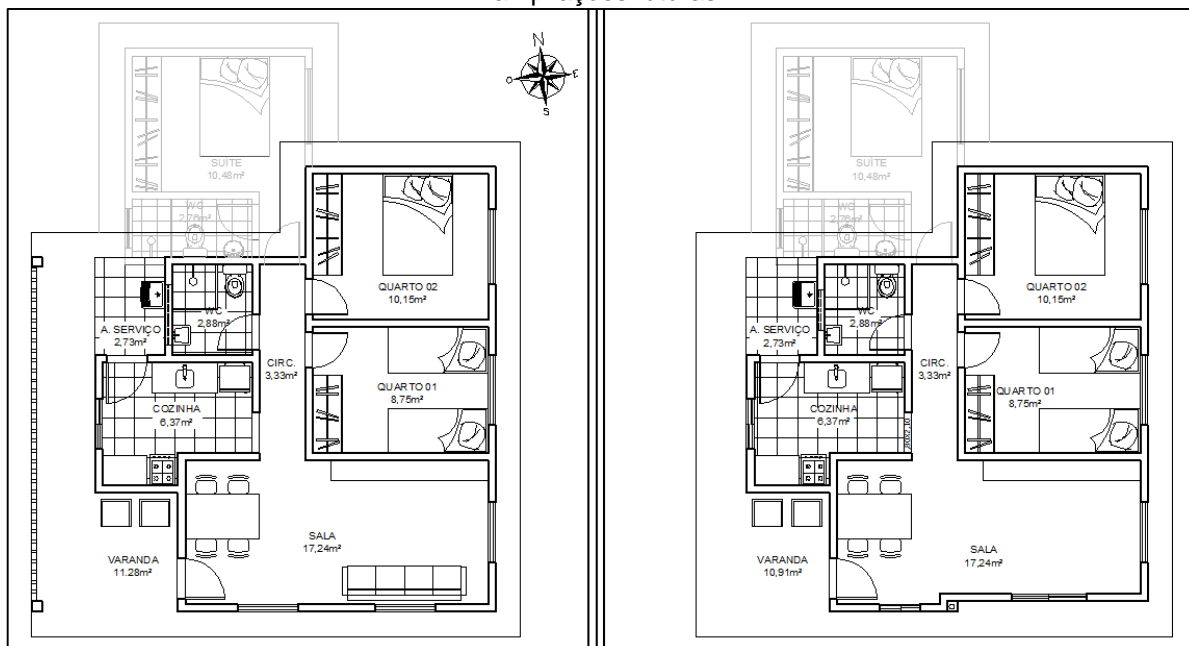
As casas padrões ocupam um lote de 13 metros de frente e 21 de fundo, totalizando 273 m²; já as casas acessíveis ocupam um lote de 14 metros de frente por 21 de fundo, totalizando 293 m². As medidas dos lotes podem apresentar variações devido a conformação das quadras. A delimitação desses lotes é feita através de muros baixos - de no máximo um metro de altura – para permitir a ventilação entre as edificações.

A unidade habitacional foi elaborada a partir de um programa de necessidade básico para residência, que teve como embasamento a legislação local estudada e o modelo da HIS da Prefeitura de Aracaju. Com o desenvolvimento do projeto, os ambientes tiveram alguns ajustes para proporcionar mais conforto e se adequar ao layout proposto para a residência. A casa que possui três opções de fachada, com cobertura e materiais diferentes, que serão discriminados mais à frente, apresenta uma única opção de planta com os seguintes ambientes: sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço, dois quartos, banheiro social, área de circulação e varanda (Figura 75). Devido a diferença de cobertura, o Modelo 3, para as casas, apresenta uma pequena variação nas dimensões da varanda e da sala de estar/jantar conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Áreas dos ambientes da unidade habitacional

AMBIENTE	Modelo 1 e 2	Modelo 3
Varanda	11,28 m ²	10,91 m ²
Sala estar/jantar	17,24 m ²	16,44 m ²
Cozinha	6,37 m ²	
Área de serviço	2,73 m ²	
Banheiro social	2,88 m ²	
Quarto 1	8,75 m ²	
Quarto 2	10,15 m ²	
Circulação	3,33 m ²	
Área útil total	62,97 m ²	62,36 m ²

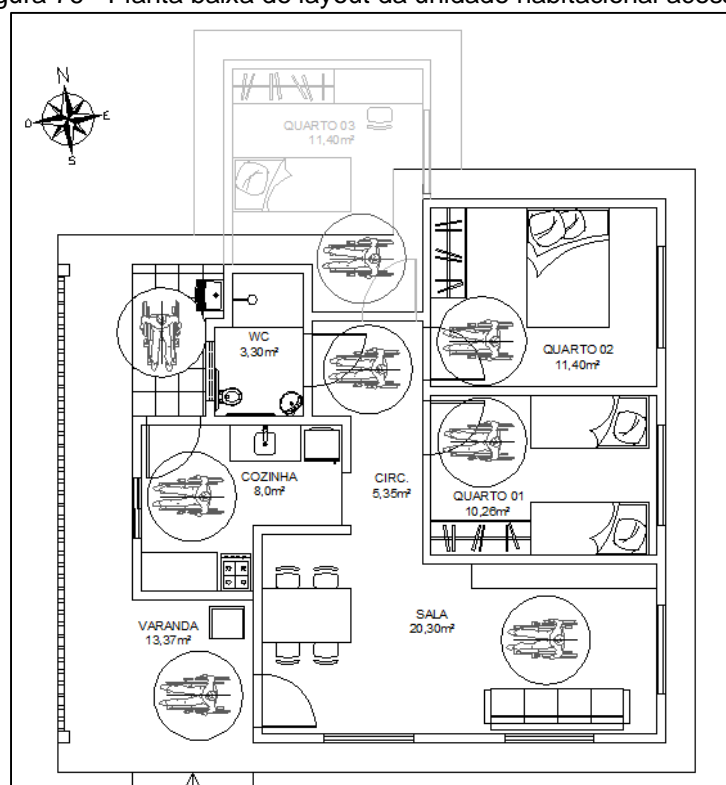
Figura 75 - Planta de layout dos Modelos 1 e 2 (à esquerda) e Modelo 3, com suas possíveis ampliações futuras



A distribuição dos espaços foi determinada de modo que garantisse aos ambientes de longa permanência da casa – quartos e sala – a melhor localização em relação à direção dos ventos dominantes e à insolação. A disposição dos ambientes da residência também foi definida para possibilitar uma futura ampliação – suíte.

Do mesmo modo como foram elaborados os modelos de casa padrão, também foi feita uma proposta de casa acessível (Figura 76), adaptada para portadores de necessidades especiais. O modelo segue as mesmas características da casa padrão, com opções de fachadas e de ampliação – nesse caso apenas um quarto, porém possui dimensões um pouco maiores em seus ambientes para permitir a locomoção como a cadeira de rodas.

Figura 76 - Planta baixa de layout da unidade habitacional acessível



Em todos os lotes residenciais, árvores foram implantadas nos recuos frontal e fundo, nas extremidades oeste do terreno para proteger as fachadas com maior incidência solar, tanto no verão quanto no inverno. A vegetação foi utilizada para proporcionar o resfriamento passivo da edificação, por meio do sombreamento e da evapotranspiração (ABREU; et. al, 2011).

“O sombreamento atenua a radiação solar incidente e, conseqüentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura superficial destas [...]. Através da evapotranspiração, ocorre o resfriamento das folhas e do ar adjacente [...]” (ibidem, 2011)

Assim, por meio da arborização, é criado um microclima que evidencia os seus efeitos benéficos, tornando as áreas sombreadas mais tênues em relação a radiação solar, a temperatura e a umidade do ar.

6.2.1 Materiais e sistemas construtivos

Os materiais utilizados para a elaboração das casas, foram selecionados de acordo com suas propriedades térmicas. Para a seleção dos

materiais teve-se como base os dados de transmitância e atraso térmico indicados na NBR 15220/05 (Tabela 8).

Tabela 8: Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para a vedação externa da Zona 8

Vedações externas	Transmitância térmica (W/m ² .K)	Atraso térmico ϕ (Horas)	Fator solar - FS _o (%)
Parede leve e refletora	$U \leq 3,60$	$\phi \leq 4,3$	FS _o $\leq 4,0$
Cobertura leve e refletora	$U \leq 2,30.FT$	$\phi \leq 3,3$	FS _o $\leq 6,5$
NOTA: $FT = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-1,04}$ Onde: FT igual ao fator de correção da transmitância aceitável para as coberturas da zona 8 (adimensional); h igual à altura da abertura em dois beirais opostos, em centímetros.			

Fonte: Adaptado de ABNT, 2005

As três soluções propostas apresentam a mesma envoltória, como também a mesma tipologia de esquadrias. Assim, as paredes são em alvenaria de cerâmica convencional com tijolo de 6 furos que possui transmitância térmica de 2,48 W/m².k e atraso térmico de 3,3 horas⁵. Para as esquadrias, foram considerados os preceitos estabelecidos pela NBR 15220 e pela literatura revisada, que “recomenda a utilização de grandes aberturas, com a utilização de mecanismos de controle, para gerar o máximo de renovações de ar no ambiente e ao mesmo tempo em que gera proteção solar e contra chuvas” (MONTEIRO, 2012). Assim, as janelas possuem folhas duplas, uma em madeira com venezianas reguláveis e outra em vidro. Essa tipologia - que controla de maneira mais eficaz a entrada de ventilação e a incidência solar nos ambientes, sem que um interfira no outro - apresenta transmitância térmica de 1,84 W/m².k e atraso térmico de 1,85 horas.

A diferença expressiva entre as três soluções está relacionada à diferença de material construtivo para a cobertura, cuja implicação resulta em solução diferenciadas esteticamente; e aos componentes arquitetônicos inseridos para proporcionar melhor ventilação e diminuição da radiação direta na edificação.

⁵ Dados retirados da Tabela D.3 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para algumas paredes contida - na NBR 15220-3.

6.2.1.1 Modelo 1

Figura 77 – Modelo 1 da unidade habitacional



O primeiro modelo de unidade habitacional (Figura 77) possui cobertura composta por telha de fibrocimento com fechamento em platibanda e forro de EPS - Poliestireno expandido⁶ (Figura 78), com transmitância térmica de 0,59 W/m².K e atraso térmico de 1,25 horas. O último material exerce dupla função para a cobertura, além de fechamento para o teto, ele também é responsável pelo o isolamento térmico. Essas são algumas das características que serviram como critério para a escolha do material:

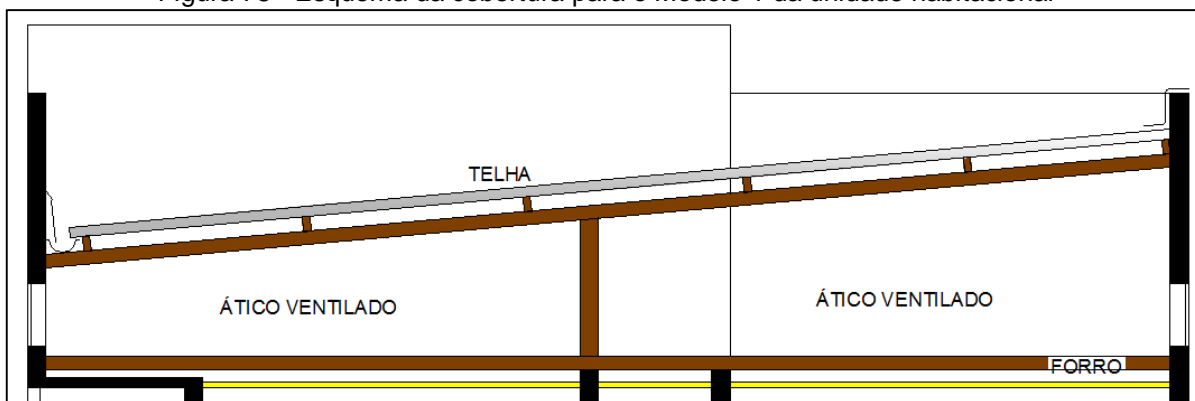
- Baixo fator de condutividade térmica;
- Grande capacidade de isolamento térmico;
- Facilidade de instalação;
- Baixa absorção de umidade;

⁶ O Poliestireno é um material normalmente derivado do petróleo, mais conhecido no Brasil, na sua forma expandida, pelo nome comercial isopor. É largamente utilizado como isolante térmico, possuindo excelente poder de isolamento tanto para o calor como para baixas temperaturas. Disponível em <<http://www.neotermica.com.br/html/isolante-termico/isopor-poliestireno-sp.html>> acessado em 07/07/2014.

- Muito econômico comparado a outros materiais;
- 100% reciclável;
- Evita a proliferação de fungos e mofo.

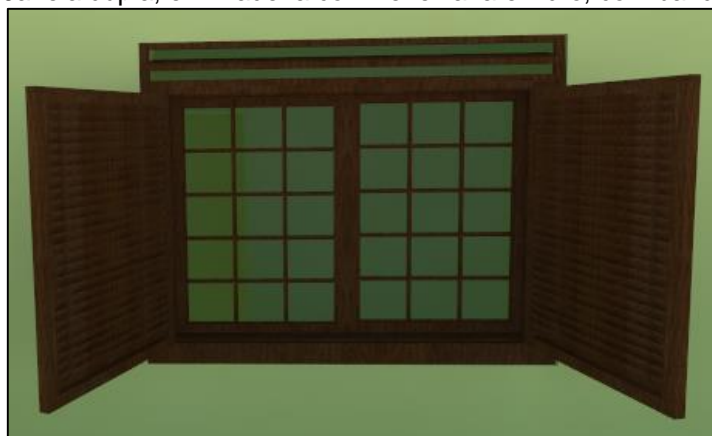
No ático - espaço existente entre a telha e forro – foram feitas aberturas, localizadas em extremidades oposta da edificação (leste/oeste), para manter a cobertura ventilada. Essas aberturas são vedadas com telas de proteção que permitem a passagem do vento constantemente, mas bloqueia a possível entrada de animais.

Figura 78 - Esquema da cobertura para o Modelo 1 da unidade habitacional



Para as esquadrias, foram selecionadas as janelas pré-definidas com acréscimo da bandeira superior em madeira (Figura 79), mecanismo que permite a circulação do ar pelo ambiente quando as janelas estão fechadas. Como ponto negativo, a bandeira localizada na parte superior garante a circulação do ar na altura do forro, e não na altura do usuário.

Figura 79 - Janela dupla, em madeira com veneziana e vidro, com bandeira superior



Como barreira para proteção dos raios solares foram utilizados dois elementos: o cobogó de cerâmica esmaltada e o pergolado de madeira. O primeiro foi colocado em frente a parede da fachada oeste, a uma distância de 1,15 metros, por ser a orientação que mais recebe insolação, dessa forma os raios solares quando atravessam a parede de cobogó, atingem a parede de alvenaria com menos intensidade, amenizando a temperatura interna dos ambientes (Figura 80). O modelo do cobogó, desenvolvido nesse trabalho, tem dimensões de 20x20 cm com espessura de 7cm (Figura 81)

Figura 80 – Parede de cobogó aplicada no Modelo 1 da unidade habitacional

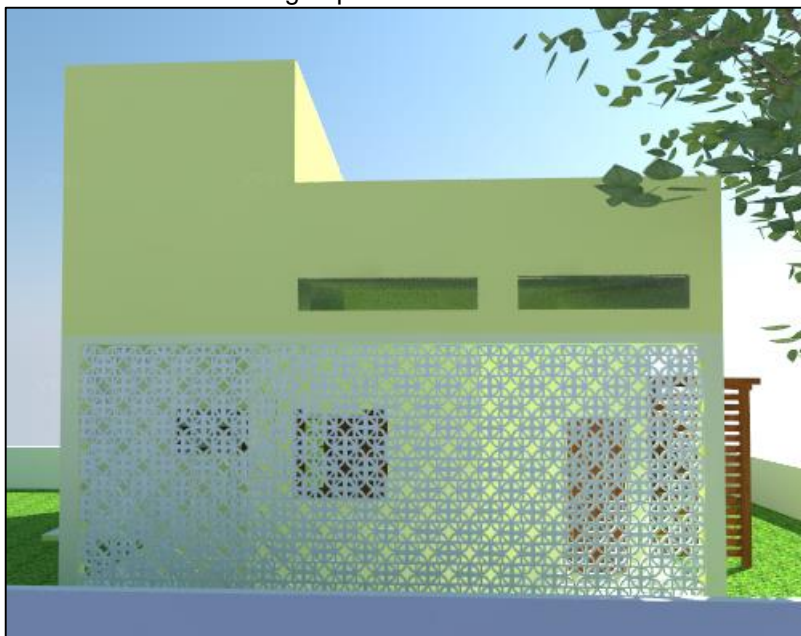


Figura 81 - Modelo do cobogó desenvolvido



O segundo elemento foi instalado sobre as aberturas situadas na fachada sul da edificação (Figura 82). As faixas de madeira do pergolado tiveram suas dimensões estabelecidas, de acordo com a radiação do Sol no período do verão, quando sua incidência é maior e sua inclinação se encontra na orientação sudoeste, segundo as Normais Climatológicas (INMET, s/d). Por isso, foram

acrescidas outras faixas de madeira na lateral esquerda do pergolado, servindo como brises horizontais.

Figura 82 - Pergolado de madeira com brisas horizontais



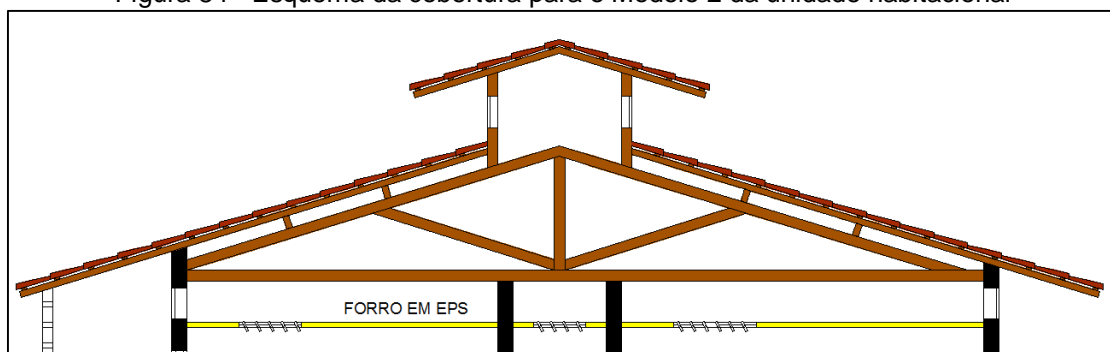
6.2.1.2 Modelo 2

Figura 83 - Modelo 2 da unidade habitacional



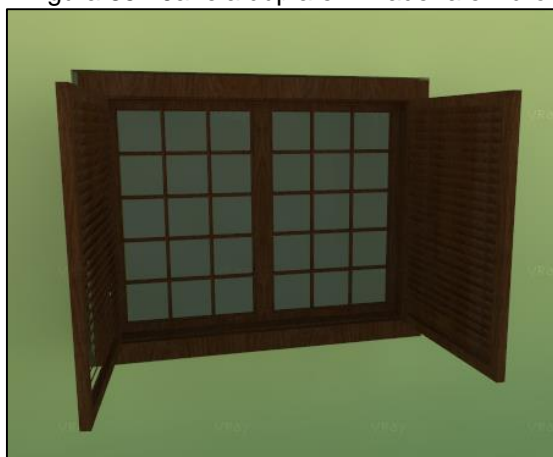
O segundo modelo da unidade habitacional (Figura 83) possui cobertura composta por telha cerâmica, telhado com lanternim e forro de EPS⁷ com aberturas para ventilação e ático ventilado por aberturas (Figura 84), semelhantes ao modelo 1, com transmitância térmica de 0,59 W/m².K e atraso térmico de 1,25 horas. A utilização conjugada das aberturas no forro, através de venezianas reguláveis de madeira, com o lanternim no telhado, proporcionam para a edificação a ventilação por efeito chaminé. Quando as venezianas do forro estiveram fechadas, a cobertura ainda permanece ventilada pelas aberturas no ático.

Figura 84 - Esquema da cobertura para o Modelo 2 da unidade habitacional



Para esse modelo foram utilizadas as esquadrias pré-definidas sem nenhum acréscimo (Figura 85). Como barreira para proteção dos raios solares também foi empregado, nesse modelo, o cobogó com as mesmas características do modelo anterior (Figura 86). Porém, ao invés do pergolado, foram empregados brises verticais em madeira para proteção solar das aberturas da fachada sul (Figura 87). Este elemento foi instalado em frente as aberturas, como as faixas posicionadas e anguladas, também, de acordo com a incidência solar.

Figura 85 - Janela dupla em madeira e vidro



⁷ Assim como no modelo anterior, o forro de EPS exerce a dupla função de fechamento e isolante térmico.

Figura 86 - Parede de cobogó aplicado no Modelo 2 da unidade habitacional

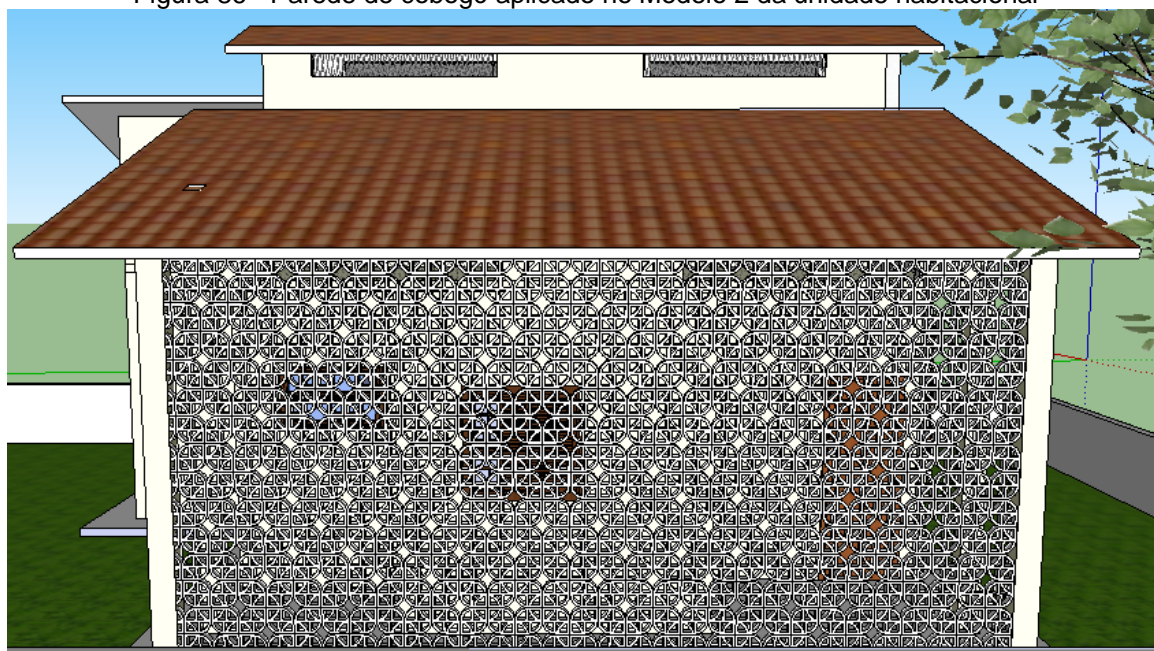


Figura 87 - Brises aplicado em frente as janelas no Modelo 2 da unidade habitacional



6.2.1.3 Modelo 3

Figura 88 - Modelo 3 da unidade habitacional

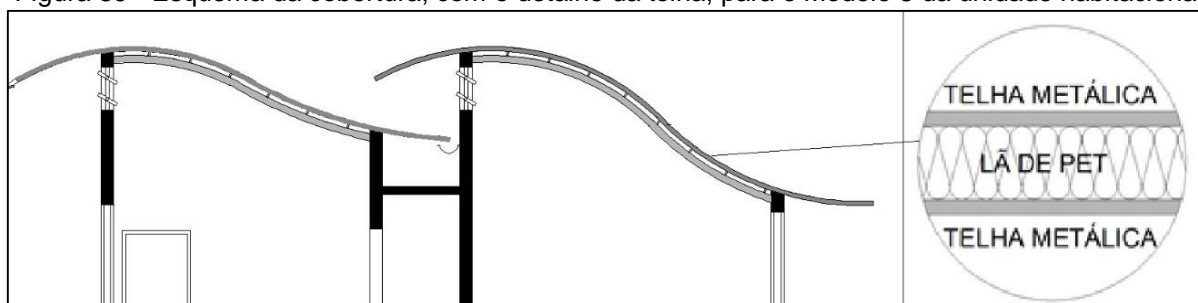


O último modelo de unidade habitacional (Figura 88) possui sua cobertura composta por telha metálica dupla com isolamento em lã de pet⁸, com transmitância térmica de 0,61 W/m².K e atraso térmico de 0,68 horas. Este material foi selecionado devido a sua flexibilidade, que o EPS não possui, pelo fato da cobertura metálica ter sua forma curvada (Figura 89). A lã de pet também possui características relevantes para sua utilização:

- Não prolifera fungos nem bactérias;
- Não é atacada por insetos, pássaros ou roedores;
- Rápida e de fácil instalação, dispensa o uso de EPI's específicos
- Diminui o tempo da obra;
- Excelente custo-benefício;
- Hipoalergênica, não solta esporos;
- Obra mais limpa e eficiente;
- Se adapta a todo tipo de obra e projeto;
- Não cancerígena;
- Não combustível.

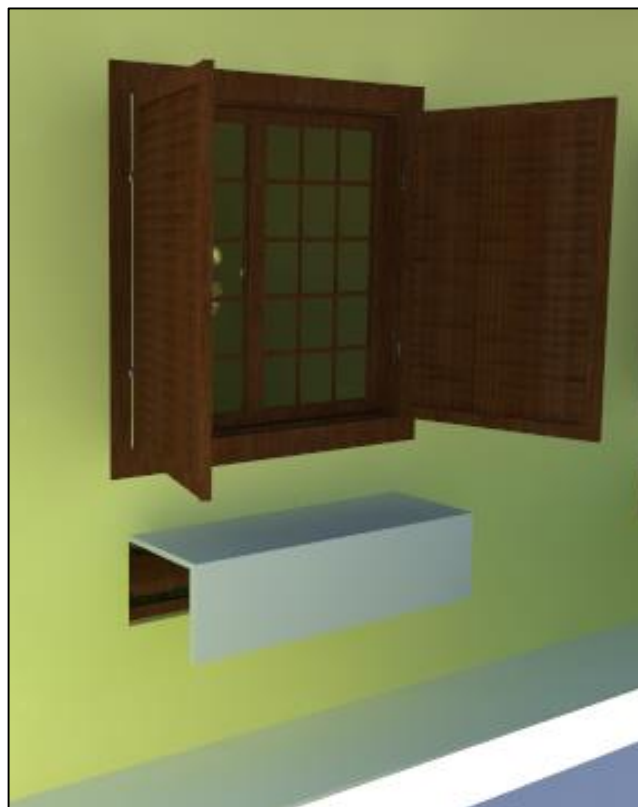
⁸ A Lã de Pet é um isolante térmico e acústico ecologicamente correto, proveniente de matéria-prima reciclada, 100% reciclável e comercializada em forma de mantas ou painéis. Ela é produzida a partir da fibra de Poliéster (garrafas PET) recicladas, sem adição de resinas, sem utilização de água durante o processo e sem emissão de carbono na atmosfera. Disponível em <<http://www.neotermica.com.br/html/isolante-termico/la-de-pet-sp.html>> acessado em 08/07/2014.

Figura 89 - Esquema da cobertura, com o detalhe da telha, para o Modelo 3 da unidade habitacional



Nesse sistema de cobertura, o efeito chaminé também é aproveitado, devido a diferença de pressão existente com a instalação de sheds, localizados na parte superior das paredes opostas a entrada de ar. Para esse exemplar, foi utilizado o mesmo tipo de esquadria do modelo anterior. Foi acrescentado abaixo das janelas localizadas na fachada leste – quartos e sala, o peitoril ventilado (Figura 90) para auxiliar na ventilação natural, permitindo a circulação do ar com as janelas fechadas. O peitoril ventilado tem como uma de suas vantagens, favorecer a ventilação na altura das pessoas sentadas ou deitadas, o que traz uma sensação maior de conforto para o mesmo (BITTENCOURT, 2010).

Figura 90 - Janela com peitoril ventilado utilizado no Modelo 3 da unidade habitacional



Como barreira para proteção dos raios solares, foi utilizado, no lugar do cobogó, brises metálicos reguláveis que acompanham a curvatura do telhado

(Figura 91). E para a proteção das janelas da fachada sul, permaneceu os brises em madeira como no modelo anterior. Eles foram apenas adequados ao layout da casa, que apresenta a parede da sala recuada, devido ao sistema de captação de águas pluviais. Assim, foi instalado brises separados para cada janela (Figura 92).

Figura 91 - Brises metálicos acompanhando a curvatura do telhado para o Modelo 3 da unidade habitacional



Figura 92 - Brises em madeira aplicado no Modelo 3 da unidade habitacional



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta a proposta bioclimática para habitação de interesse social, na cidade de Aracaju, como também para a sua implantação no conjunto.

Para o desenvolvimento da proposta, primeiramente, foi realizada revisão da literatura referente aos princípios, técnicas e materiais que podem e devem ser empregados para que uma edificação alcance um nível satisfatório de conforto térmico. Foi necessário também, fazer um levantamento sobre a situação da habitação social no Brasil e, mais especificamente, a situação atual da habitação na cidade de Aracaju.

Na busca por projetos de habitação de interesse social horizontais, adequados a Zona bioclimática 8, a serem utilizados como referência projetual, houve uma grande dificuldade para encontrá-los. Como visto no capítulo 5, os referenciais arquitetônicos de habitação são propostas de projeto a serem realizadas. Isso mostra como a questão do conforto térmico nas habitações, ainda não é um ponto tratado com prioridade de projeto.

O conjunto habitacional proposto foi desenvolvido, primordialmente, a partir dos conceitos apreendidos com relação ao conforto térmico e tendo como base o modelo de casas utilizado pela Prefeitura de Aracaju, para através dele elaborar uma residência que pudesse ser mais adequada ao clima de cidade, trazendo mais conforto, espacial e térmico, aos seus usuários.

A proposta da unidade habitacional constituiu-se em duas soluções de implantação para garantir a permeabilidade do movimento de ar entre as unidades como também em três soluções construtivas para atenuar a transferência de calor pela cobertura e garantir a entrada de ar na unidade habitacional. Não fizeram parte do escopo desse trabalho a realização do levantamento do custo orçamentário da unidade habitacional ou de sua implantação, estudo de viabilidade técnica ou mesmo pesquisa junto aos usuários de HIS. O trabalho se restringiu apenas a aplicação dos requisitos bioclimáticos urbanos e das recomendações da NBR 15220/05 - Desempenho Térmico das Edificações, em vigor há quase 10 anos.

Assim, o trabalho procurou mostrar possibilidades existentes - através de técnicas, estratégias e materiais - para que os projetos habitacionais se adequem aos níveis de conforto térmico, de acordo com o bioclimatismo. Contudo, não se pretendeu esgotar as alternativas disponíveis para alcançar um melhor desempenho térmico nas edificações.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, Alex Kenya. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1995. Texto técnico.

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BARTHOLOMEI, C. L. B. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos**. Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG. Online), v. 5, p. 2, 2011. Disponível em: <http://forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum_patrimonio/article/view/12/11> Acessado em 25/09/2014

_____; LABAKI, L. C. **Avaliação da Termo-Regulação em Diferentes Espécies Arbóreas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, Fortaleza, 2008. Anais... Fortaleza: Antac, 2008. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arquitect/entac/2008/artigos/conforto_ambiental/A1967.pdf> Acessado em 25/09/2014

_____; LABAKI, L. C. **Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n4/a08v10n4.pdf>> Acessado em 25/09/2014

ANDRADE, Mariana. (2010) **A evolução histórica da arquitetura hospitalar**. Disponível em: <<http://arqdobrasil.blogspot.com.br/2010/09/evolucao-historica-da-arquitetura.html>> Acessado em 18/08/2014

ASSIS, et al. **Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de belo horizonte**. In: Anais do II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética - IICBEE. Todos os direitos reservados ABEE. Vitória-ES, 2007. Disponível em: <<http://www.cursodesustentabilidade.com/downloads/iicbee%20art173.pdf>> Acessado em 29/10/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220/05 – Desempenho térmico de Edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15220/05 – Desempenho térmico de Edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 9050/04 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2005.

AZEVEDO, Sérgio de; ANDRADE, Luís Aureliano Gama de. **Habitação e poder: da Fundação da Casa Popular ao Banco Nacional de Habitação**. Rio de Janeiro, Zahar Ed. 1982. In: Biblioteca Virtual de Ciências Humanas. Rio de Janeiro. Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. 2011.

BONDUKI, Nabil. **Pedregulho, no Rio de Janeiro, de Affonso Eduardo Reidy**. Piniweb, 2013. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/235/historia-em-detalle-299896-1.aspx>> Acessado em 17/02/2014.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução a Ventilação Natural**. 3ª Ed. revisada e ampliada. Maceió: EDUFAL, 2008.

_____. **Ventilação natural em edificações**. Rio de Janeiro: Procel-Edifica, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Série Saúde & Tecnologia — Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto**. Brasília: Secretaria de Assistência à Saúde, 1995, 92 p.

_____. Ministério das Cidades. Caderno Midades Habitação 4. **Política Nacional de Habitação**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>> Acessado em 19/11/2013.

_____. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Habitação**. Brasília: SNH - Secretaria Nacional de Habitação, 2010.

_____. Ministério das Cidades. **Como produzir moradia bem localizada com os recursos do programa Minha casa minha vida?: Implementando os instrumentos do Estatuto da Cidade**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www1.caixa.gov.br/download/asp/download.asp?subCategId=670>> Acessado em 09/02/2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>> Acessado em 20/01/2014.

CEF – Caixa Econômica Federal. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br>> Acessado em 22/02/2014.

CIDADE POSSÍVEIS. (2011) **Conjunto Presidente Getúlio Vargas**. Disponível em: <<http://cidadespossiveis.tumblr.com/post/5453722445/conjunto-presidente-getulio-vargas-da-decada-de>> Acessado em 20/01/2014

CLIMATEMPO. (2014) **Gráfico interpolado de temperatura e precipitação de Aracaju**. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/>> Acessado em 25/02/2014

CONCURSO DE PROJETO. **Concurso Habitação para Todos “Sobrados” Menção Honrosa** (2010). Disponível em: <<http://concursosdeprojeto.org/2010/10/17/concurso-habitacao-para-todos-sobrados-mh/>> Acessado em 08/01/2014.

CONTEMAR AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.contemar.com.br/>> Acessado em 09/07/2014

COPEL. **Utilização e aplicação de Redes de distribuição subterrânea**. Curitiba, 2010.

CUNHA, Isabela Soares. (2007) **Reforma e Ampliação de Residência - J&H - Lago Sul - Brasília DF**. Piantina Arquitetura, 2012. Disponível em: <<http://piantinaarquitetura.blogspot.com.br/2013/05/reforma-e-amplificacao-de-residencia-j.html>> Acessado em 17/02/2014

DAMS INCORPORATED. **Vertical Sunshades**. Disponível em: <http://www.damsinc.com/exterior_sunshades.php> Acessado em 17/02/2014

DEFINOS ASSOALHOS. (2012) **Brises de Madeira**. Disponível em: <www.definosassoalhos.com.br/brises-de-madeira.html> Acessado em 17/02/2014.

DELAQUA, Victor. **Habitação de Interesse Social Sustentável / 24.7 arquitetura design**. ArchDaily, 2013. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-141035/habitacao-de-interesse-social-sustentavel-24-7-arquitetura-design>> Acessado em 08/01/2014.

EMURB – Empresa Municipal de Obras e Urbanização. **Projeto Urbanístico e Arquitetônico de um conjunto habitacional no Lamarão**. Aracaju, 2012.

FERREIRA, Aurélio B H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2ª Ed. revisada e aumentada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FREITAS, Ruskin. **O que é conforto**. In: ENCAC - ELACAC 2005 - VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. Anais... Alagoas: ANTAC, 2005. v. 1. p. 726-735. Disponível em <www.ruskinfreitas.wordpress.com> Acessado em: 03/11/2013.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional municipal no Brasil 2010**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br>> Acessado em 18/01/2014.

GRANDE ENCICLOPÉDIA LAROUSSE CULTURAL. v. 7, São Paulo: Nova Cultural, 1998.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<http://www.google.com.br/maps/>> Acessado em 18/02/2014.

HORTA, Maurício. (2008) **Forma e conteúdo**. Piniweb. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/premio-pini/artigo113380-1.aspx>> Acessado em 18/08/2014

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/>> Acessado em 28/05/2014

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em 12/01/2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 05/01/2014.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; GOULART, Solange; MENDES, Nathan. **Software Analysis Bio**. Núcleo de Pesquisa em Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-bio>> Acessado em 28/01/2014.

_____; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/147.pdf>>. Acessado em: 23/01/2014.

_____, GHISI, E.; DE ABREU, A.L.P.; CARLO, J.C.; BATISTA, J.O. **Apostila da disciplina “Desempenho Térmico de Edificações”**. 3ª Ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/147.pdf>>. Acessado em 23/01/2014.

LANHAM, Ana; GAMA, Pedro; BRAZ, Renato. **Arquitetura Bioclimática Perspectivas de inovação e futuro**. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2004.

LARCHER, José Valter Monteiro. **Diretrizes visando à melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. 2005. 160f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <www.prppg.ufpr.br>. Acessado em 03 de Novembro de 2013.

MACIEL, Alexandre R. **Software Analysis SOL-AR**. Núcleo de Pesquisa em Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar1>> Acessado em 30/01/2014

MARTI, Silas. (2013) **Novo livro analisa a arquitetura de hospitais de Lelé**. Disponível em: <<http://noticias.bol.uol.com.br/entretenimento/2013/03/11/novo-livro-analisa-a-arquitetura-de-hospitais-de-lele.jhtm>> Acessado em 18/08/2014

MENEZES, Felipe Caldas. **O Programa de Arrendamento Residencial e a Aplicação do Código de Defesa do Consumidor**. Disponível em: <[http://www.dpu.gov.br/pdf/artigos/Artigo%20Dr\[1\].%20Felipe%2018022008.pdf](http://www.dpu.gov.br/pdf/artigos/Artigo%20Dr[1].%20Felipe%2018022008.pdf)> Acessado em 20/02/2014.

MONTEIRO, Verner Max Liger de Mello. **Por uma moradia termicamente confortável: Proposta de habitação de interesse social com ênfase no conforto térmico**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

_____; VELOSO, M. F. D.; PEDRINI, A. **Conforto térmico e habitação de interesse social: uma proposta adequada à realidade do município de Macaíba/RN**. In: ENANPARQ - II Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Natal, 2012. Disponível em <<http://hdl.handle.net/123456789/961>>. Acessado em 02/11/2013.

MOTTA, Luana Dias. **A questão da habitação no Brasil: políticas públicas, conflitos urbanos e o direito à cidade.** Disponível em: <www.conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br>. Acessado em 02/11/2013.

MOVIMENTO TERRAS. (2012) **Ventilação cruzada.** Disponível em: <http://movimentoterras.blogspot.com.br/2012_09_01_archive.html> Acessado em 17/02/2014

NEOTÉRMICA. **Isolamentos térmicos e revestimentos metálicos.** Disponível em: <<http://www.neotermica.com.br/html/isolante-termico/la-de-pet-sp.html>> Acessado em 03/09/2014

O GLOBO. (2009) **Arquitetos falam sobre a importância dos projetos urbanísticos de Reidy para o Rio de Janeiro.** <<http://oglobo.globo.com/economia/imoveis/arquitetos-falam-sobre-importancia-dos-projetos-urbanisticos-de-reidy-para-rio-de-janeiro-3136223#ixzz2tthMAX6B>> Acessado em 20/02/2014

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. **Código de Obras do Município de Aracaju.** Lei nº 13, de 06 de Junho de 1966. Disponível em: <http://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/seplan/arquivos/planodiretor/COD_OBRA_S.pdf> Acesso em 17/12/2013.

_____. **Código de Urbanismo do Município de Aracaju.** Lei nº 19, de 10 de Junho de 1966. Disponível em: <http://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/seplan/arquivos/planodiretor/COD_URBANISMO.pdf> Acesso em 17/12/2013.

_____. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU).** Lei Complementar nº 042 de 2000. Disponível em: <http://www.aracaju.se.gov.br/planejamento_e_orcamento/?act=fixo&materia=plano_diretor> Acesso em 17/12/2013.

_____. SEMFAS - SECRETARIA MUNICIPAL DA FAMÍLIA E ASSISTÊNCIA SOCIAL, 2014.

_____. SEMFAZ - SECRETARIA MUNICIPAL DA FAZENDA. **Planta da Malha de Lotea do Município de Aracaju.** Aracaju, 2014.

_____. SEPLAN - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO. **Mapa Geoambiental de Aracaju.** Aracaju, 2004.

_____. SEPLAN - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO. **Plano Local de Habitação de Interesse Social.** Aracaju, 2011.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano.** [livro eletrônico] CopyMarket.com, 2000. Disponível em <http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios_bioclimticos_para_o_desenho_urbano.pdf> Acessado em 06/11/2013.

SANVITTO, Maria Luiza Adams. **Conjunto Habitacional BNH: registro de um exemplar.** In: 9º Seminário docomomo Brasil - Interdisciplinaridade e experiências em documentação e preservação do patrimônio recente. Brasília, 2011. Disponível

em: <http://www.docomomo.org.br/seminario%209%20pdfs/026_M15_RM-ConjuntoHabitacionalBNH-ART_maria_sanvitto.pdf> Acessado em 20/02/2014.

SENAGA Tania; FONTANA, Bianca Maekawa; TANAKA, Karin Yukie; TATEOKA, Suzana Seikoyume; LI, Mayumi Yeni. (2012) **Rede de Hospitais Sarah Kubitschek - João Filgueiras Lima.** Disponível em: <[http://cadernoteca.polignu.org/wiki/Rede_de_Hospitais_Sarah_Kubitschek_-_Jo%C3%A3o_Filgueiras_Lima_\(Lei%C3%A9\)](http://cadernoteca.polignu.org/wiki/Rede_de_Hospitais_Sarah_Kubitschek_-_Jo%C3%A3o_Filgueiras_Lima_(Lei%C3%A9))> Acessado em 18/08/2014

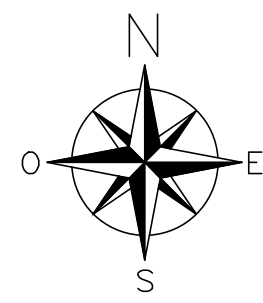
STILPEN, Daniel Vasconcellos de Sousa. **Eficiência energética e arquitetura bioclimática – o caso do centro de energia e tecnologias sustentáveis.** Mestrado - Programa de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/mstilpendvs.pdf>> Acessado em 06/08/2013.

TECPAVI. (2012) **Pavimentos Intertravados.** Disponível em: <<http://www.tecpavi.com.br/produtos.htm>> Acessado em 27/05/2014

TEIXEIRA, Ricardo Marandino. (2002) **Viva terra – Sociedade de defesa, Pesquisa e Educação ambiental.** Disponível em: <http://www.vivaterra.org.br/arvores_nativas_3.htm> Acessado em 09/07/2014

WIKIPEDIA. (2014) **Aracaju.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aracaju>> Acessado em 19/02/2014

APÊNDICE



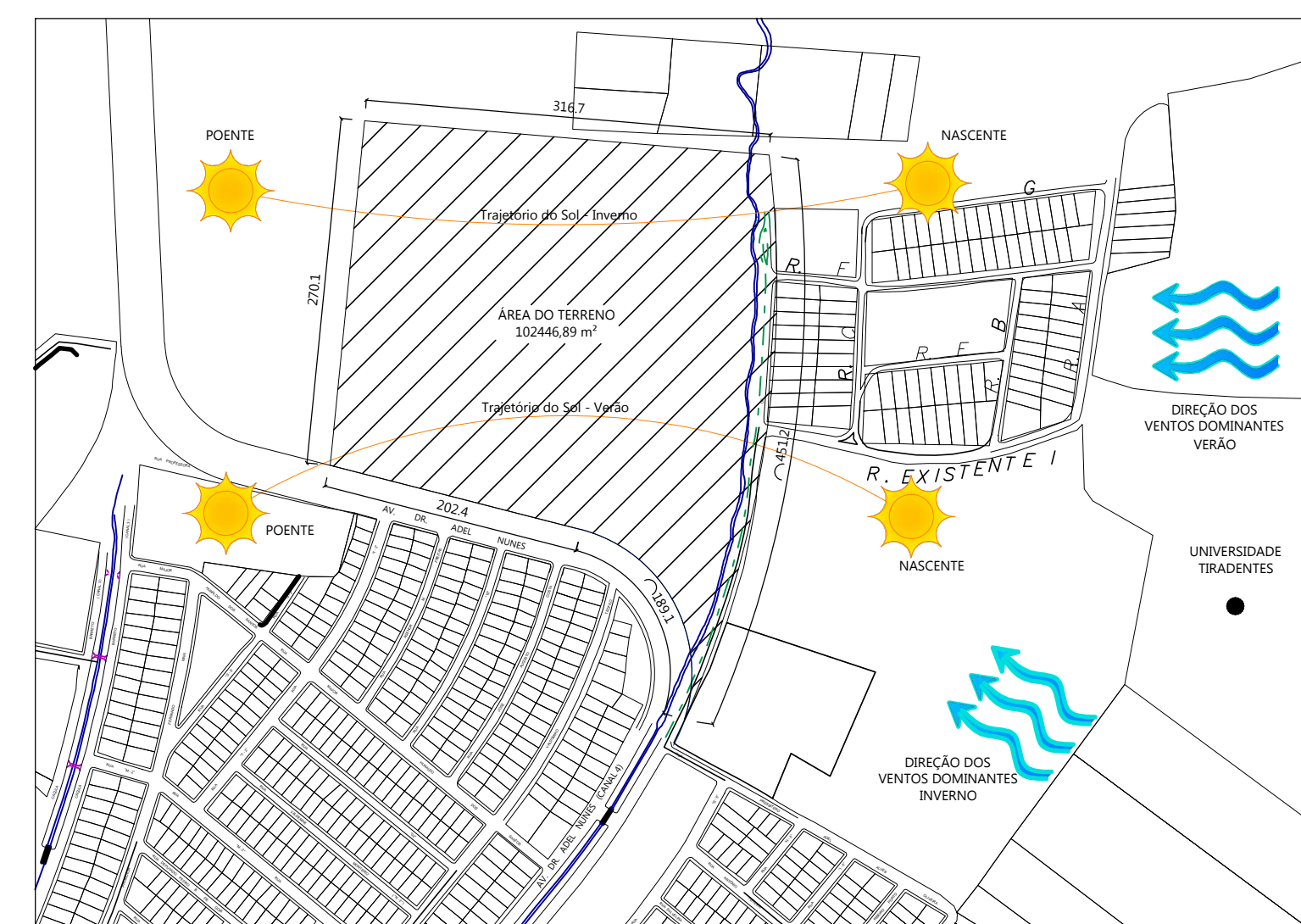
IMPLANTAÇÃO
ESCALA 1:1000

LEGENDA:

- UNIDADE HABITACIONAL
- UNIDADE HABITACIONAL ACESSÍVEL
- ÁREA COMERCIAL
- ÁREA INSTITUCIONAL
- CICLOVIA
- DIREÇÃO DAS VIAS
- ARBORIZAÇÃO
- ÁREA VERDE




PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1:12500



PLANTA DE SITUAÇÃO - ANÁLISE CLIMÁTICA
ESCALA 1:3000

QUADRO DE ÁREAS		QUANTITATIVO	
ÁREA TOTAL DO TERRENO	102.446,89 m²	UNIDADES HABITACIONAIS	128 unid.
ÁREA DOS LOTES	35.779,50 m²	Unidade Habitacional Padrão	118 unid.
ÁREA INSTITUCIONAL	3.796,17 m²	Unidade Habitacional Acessível	10 unid.
ÁREA COMERCIAL	4.018,57 m²	LOTES COMERCIAIS	26 unid.
ÁREA VERDE	9.922,31 m²	VAGAS DE ESTACIONAMENTO	221 unid.
ÁREA DE PASSEIO	21.698,04 m²	Vagas de Carro	201 unid.
ÁREA DE EQUIPAMENTOS	1.289,61 m²	Vagas Padrão	177 unid.
ÁREA DE CICLOVIA	3.240,51 m²	Vagas para PNE	24 unid.
ÁREA DE ESTACIONAMENTO	2.982,90 m²	Vagas de Moto	20 unid.
ÁREA DAS RUAS	19.709,28 m²		
TAXA DE PERMEABILIDADE	12,6%		



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO: ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU

ALUNA: JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA

ORIENTADORA: PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA

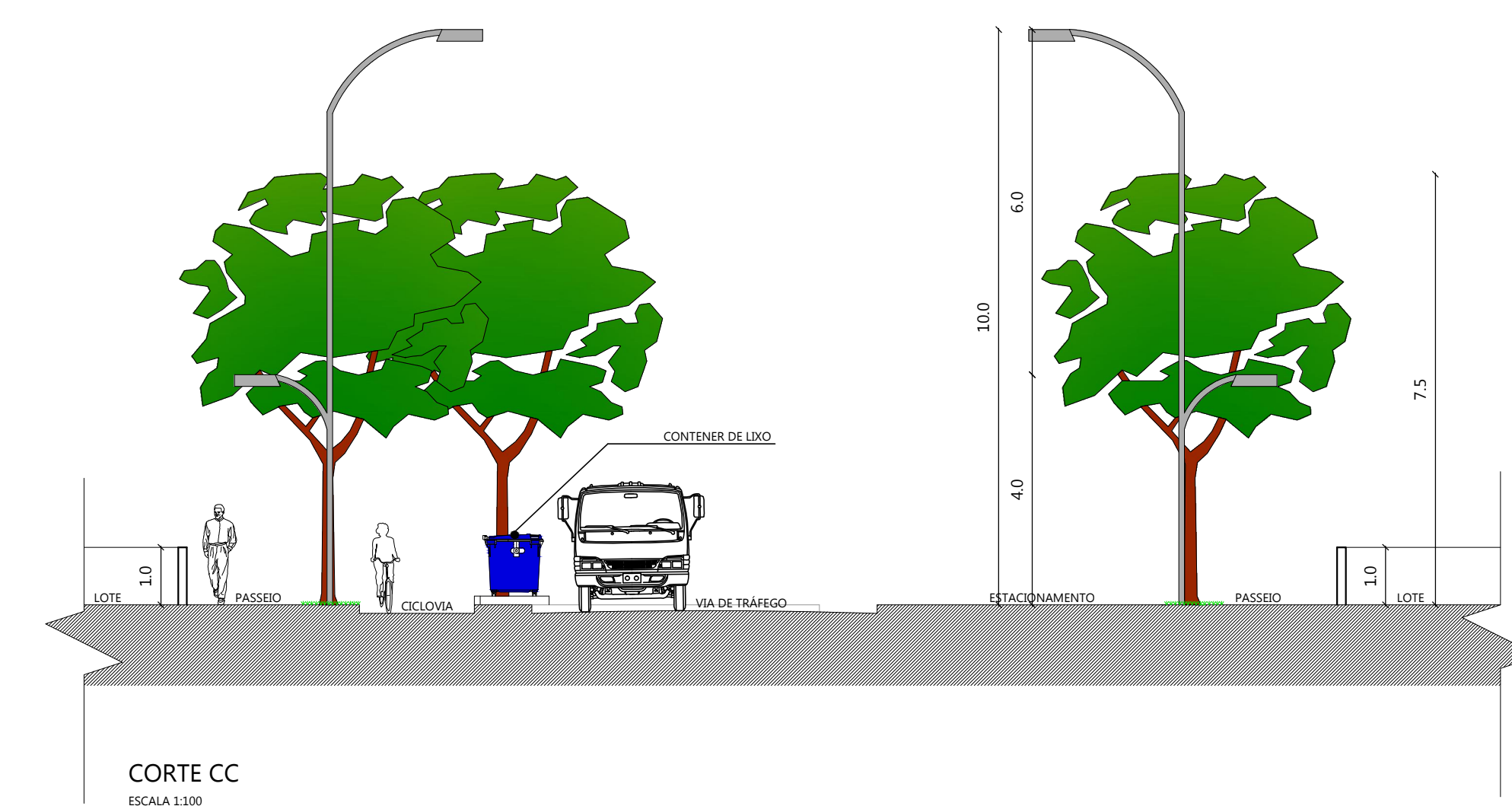
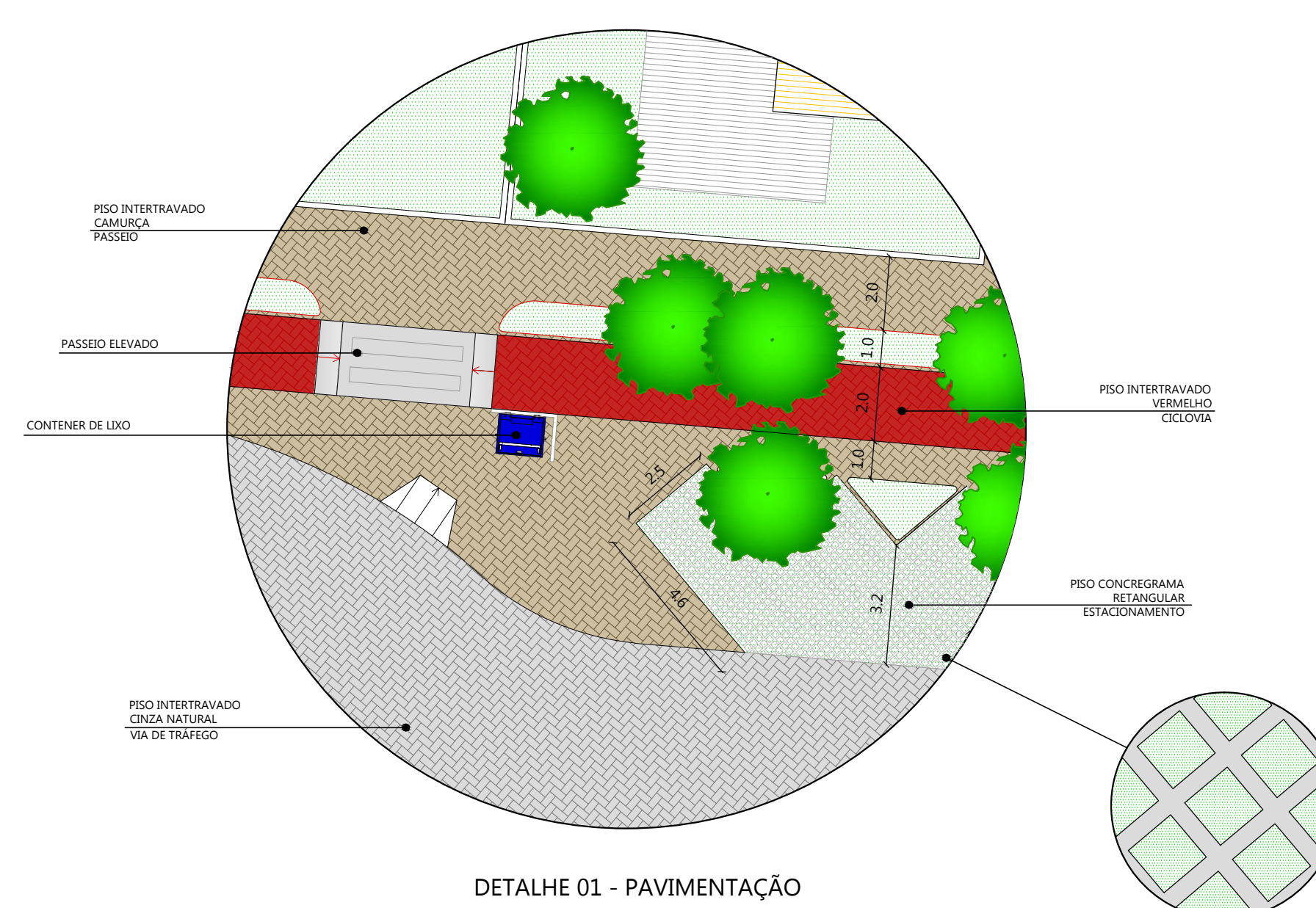
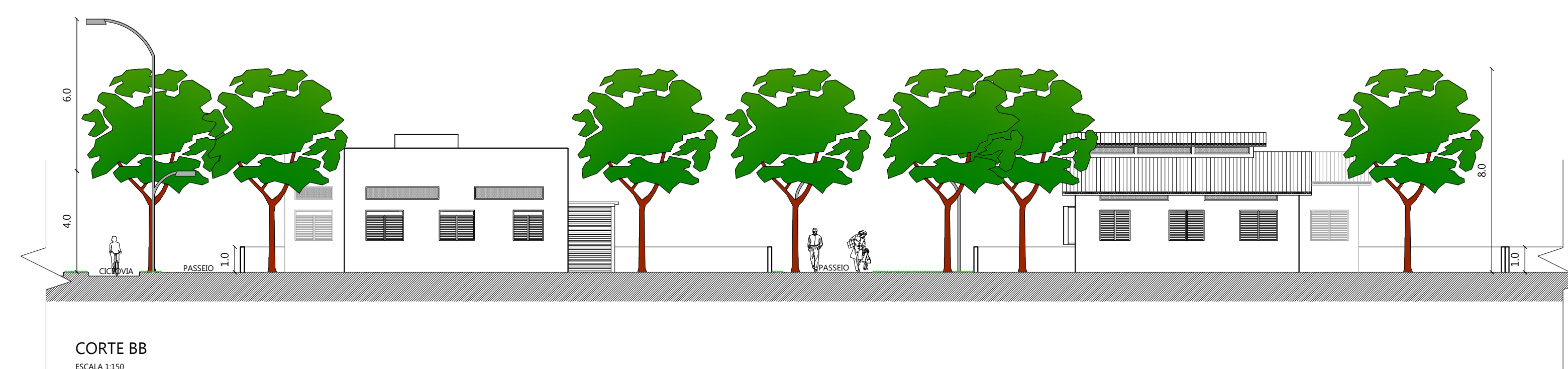
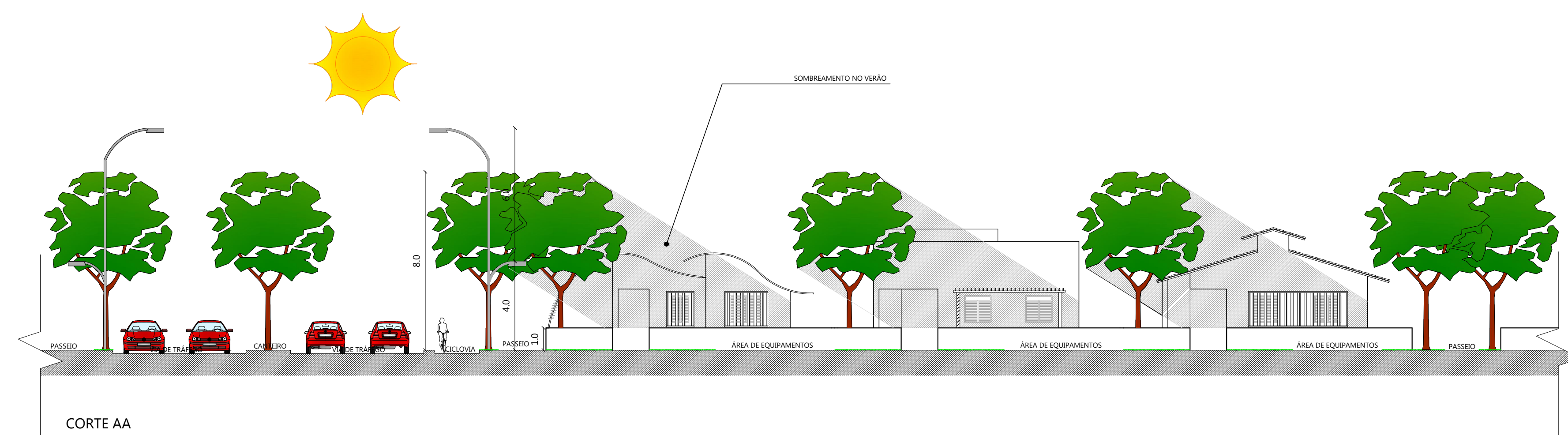
PRANCHAS:

LOCALIZAÇÃO/ SITUAÇÃO/ IMPLANTAÇÃO


ESCALA: 1:1000DATA: SETEMBRO DE 2014

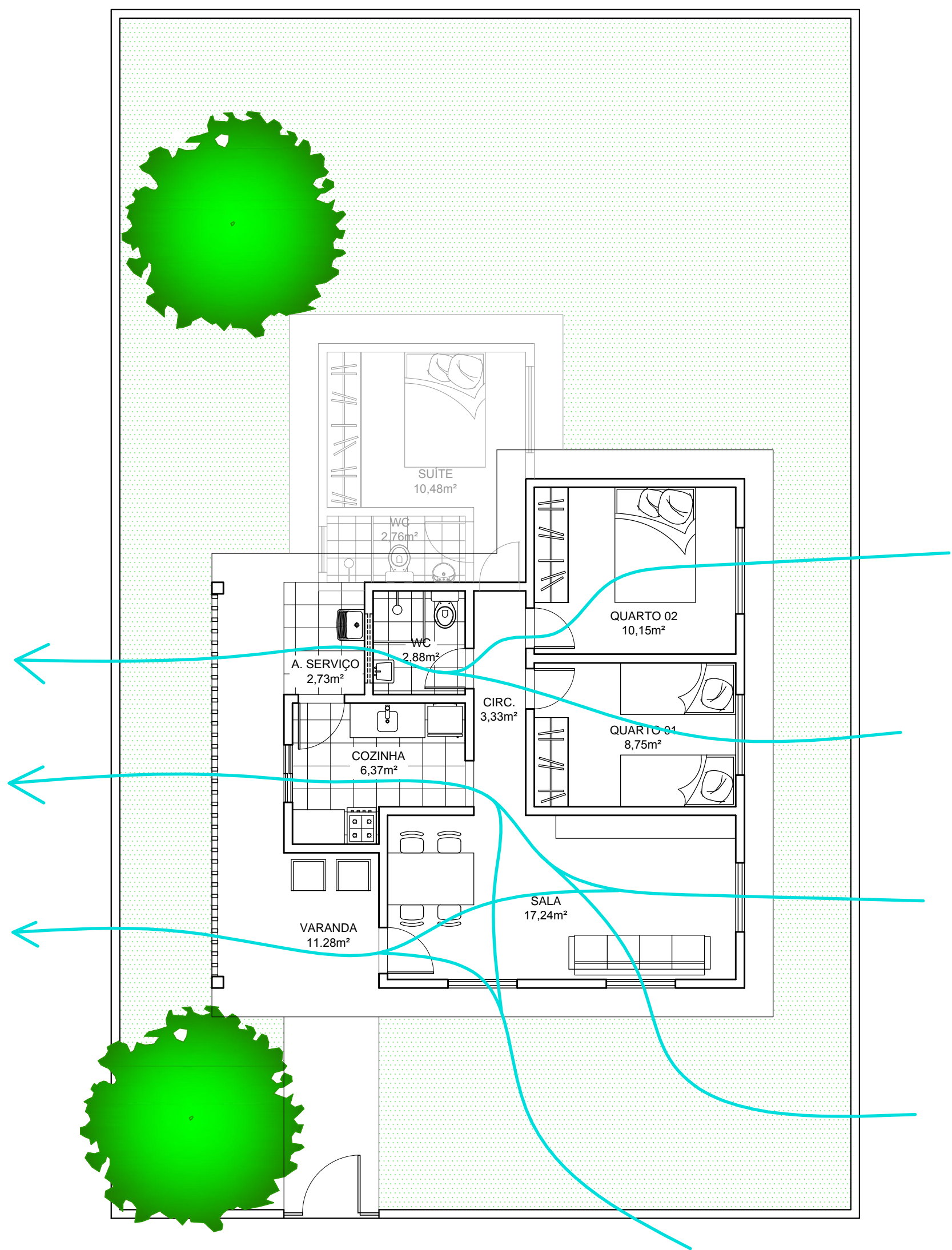
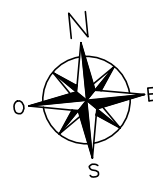
FENDEREÇO: AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE

FOLHA Nº: 01/10

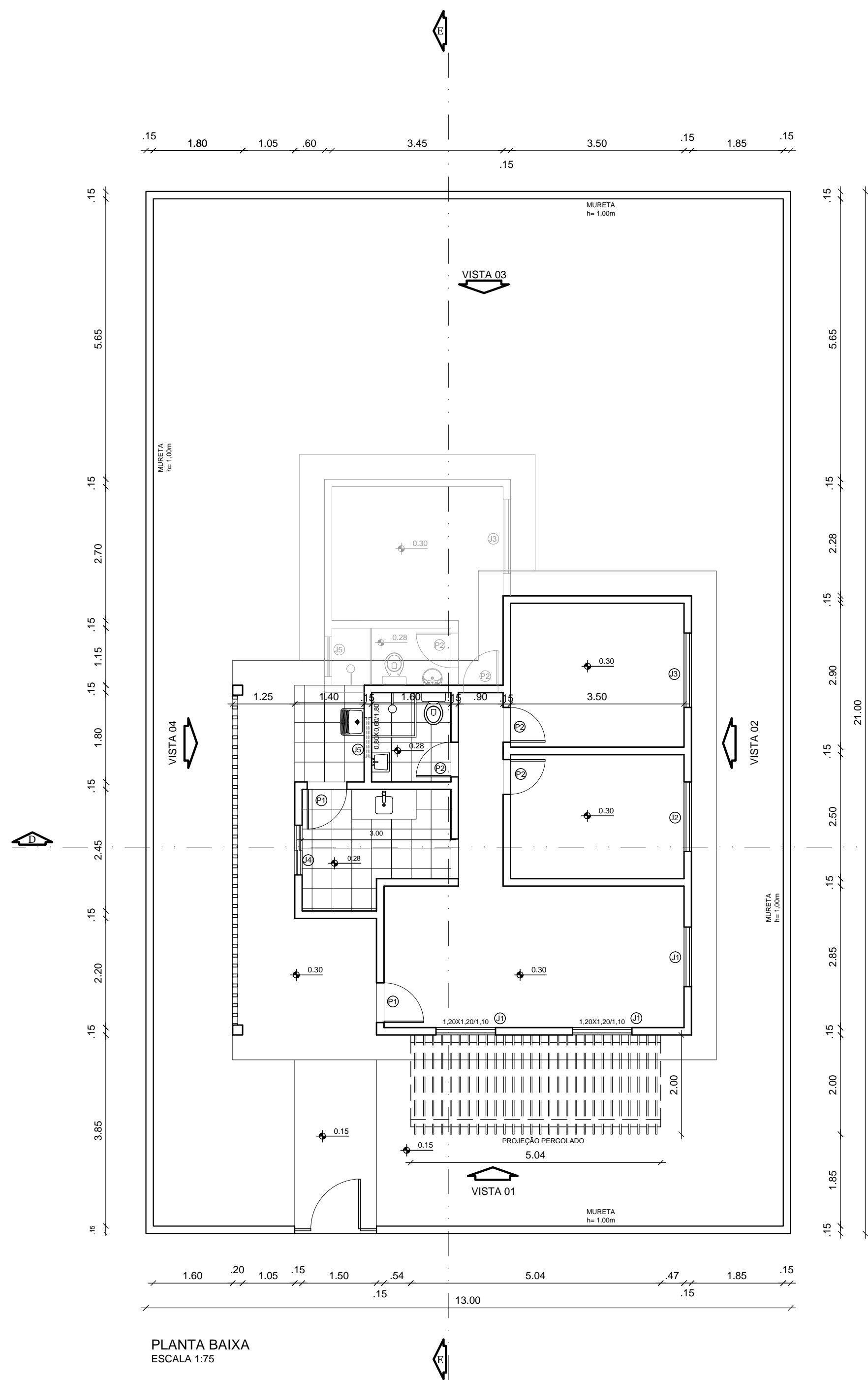


- ### LEGENDA:
- | | |
|---|----------------------|
|  | UNIDADE HABITACIONAL |
|  | CICLOVIA |
|  | ÁREA VERDE |
|  | ARBORIZAÇÃO |
|  | CONTENER DE LIXO |

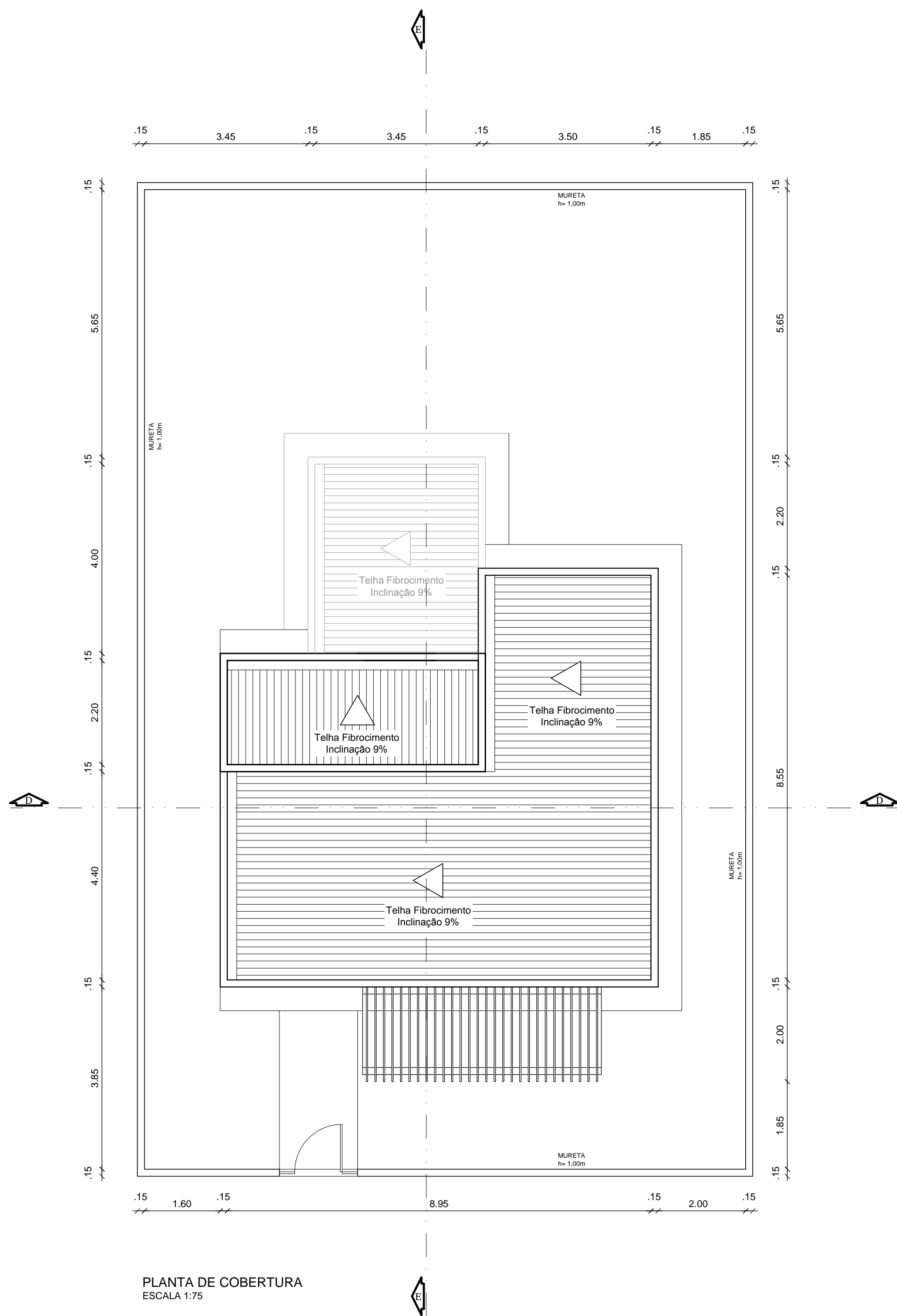
	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	PROJETO: ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU	
	ALUNA: JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA	
	ORIENTADORA: PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA	
FRANÇA: IMPLANTAÇÃO DA QUADRA / CORTES/ DETALHES/ IMAGEM		
ESCALA: 1:500	DATA: SETEMBRO DE 2014	
ENDEREÇO: AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA, ARACAJU/SE		



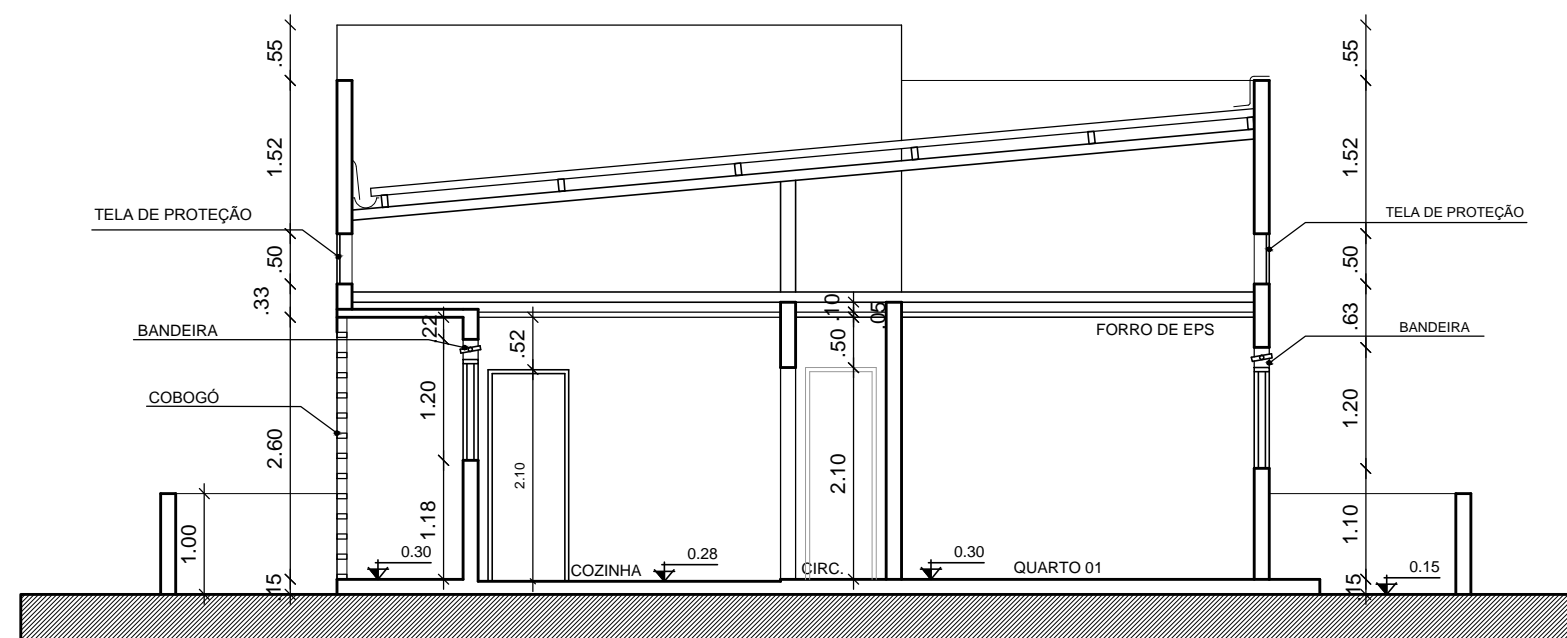
PLANTA BAIXA - LAYOUT E ESTUDO DE VENTILAÇÃO
ESCALA 1:75



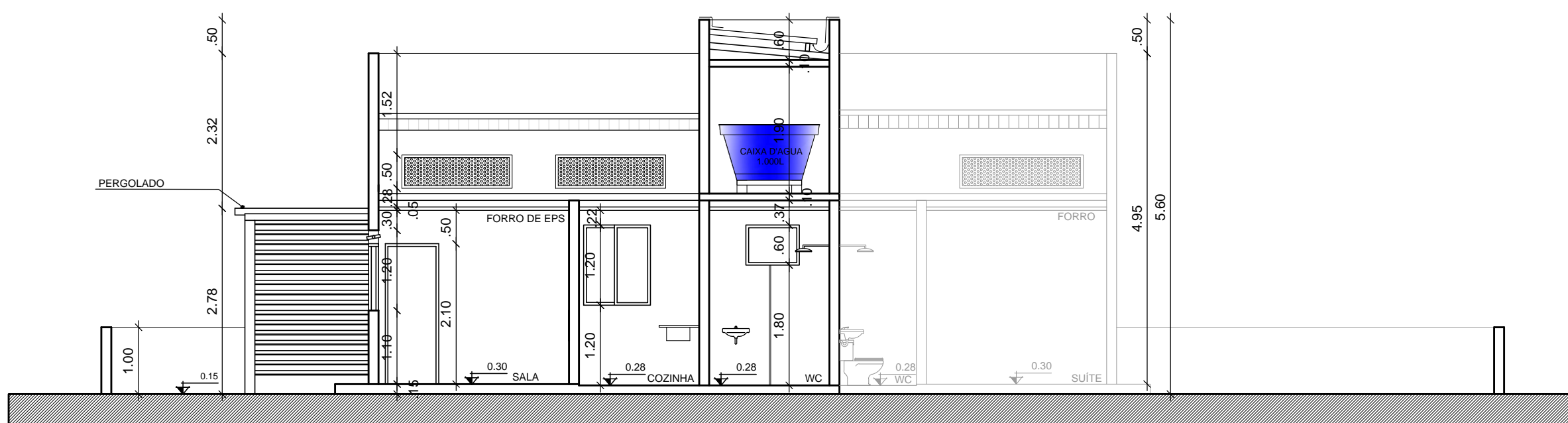
PLANTA BAIXA
ESCALA 1:75



PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1:75



CORTE DD
ESCALA 1:75



CORTE EE
ESCALA 1:75

LEGENDA:
— CONSTRUÇÃO
— AMPLIAÇÃO

DADOS TÉRMICOS		
COMPONENTES	Transmitância Térmica (W/m².k)	Atraso Térmico (horas)
COBERTURA	0,59	1,25
PAREDES	2,48	3,3
JANELAS	1,84	1,85

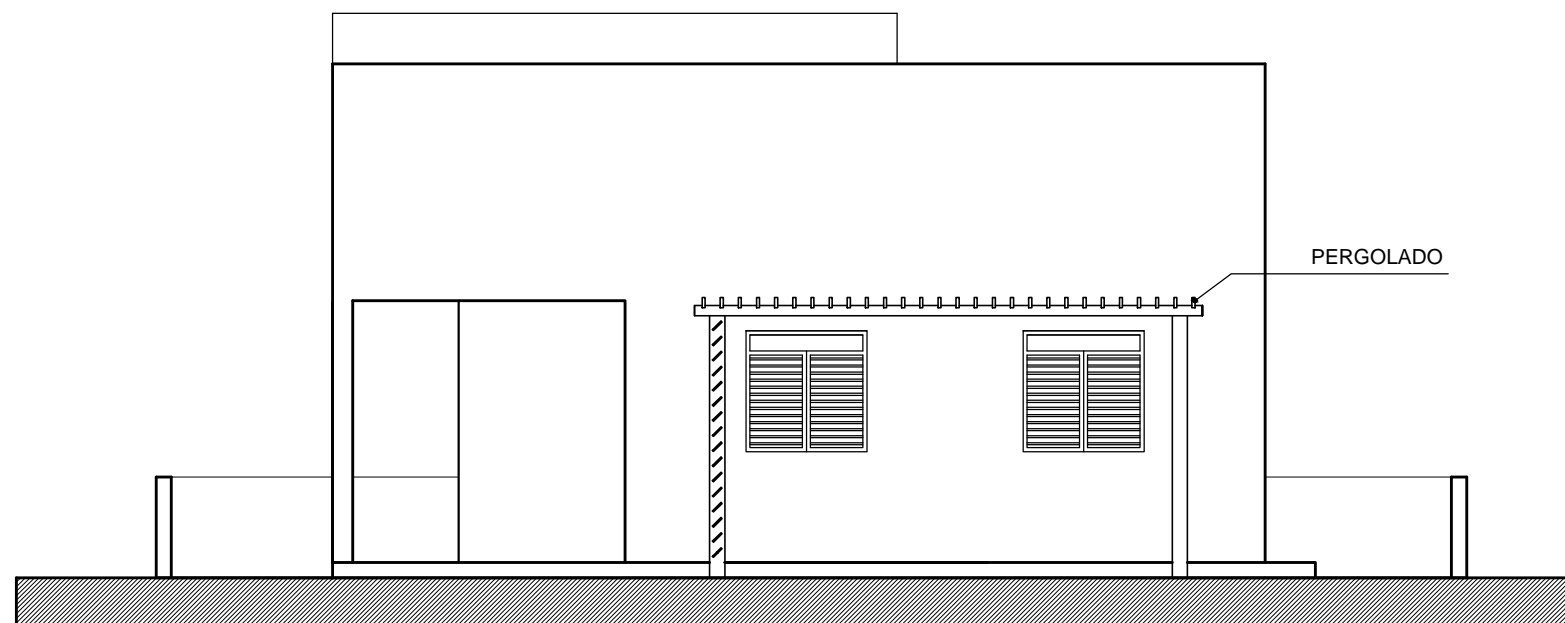
QUADRO DE ESQUADRIAS				QUADRO DE ÁREAS	
TIPO	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES (m)	QUANT.	ÁREA DO LOTE	273 m²
P1	Porta de Madeira de Abriu	0,80x2,10	02	ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL	104,76 m²
P2	Porta de Madeira de Abriu	0,70x2,10	03+02	Área Construída	87,12 m²
J1	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir, e bandeira superior	1,20x1,20 h= 1,10	03	Área Construída Ampliação	17,64 m²
J2	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir, e bandeira superior	1,40x1,20 h= 1,10	01	ÁREA ÚTIL TOTAL	75,97 m²
J3	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir, e bandeira superior	1,50x1,20 h= 1,10	01+01	Área Útil	62,73 m²
J4	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir, e bandeira superior	1,20x1,20 h= 1,20	01	Área Útil Ampliação	13,24 m²
J5	Janela de vidro maximar	0,80x0,60 h= 1,80	01+01	TAXA DE OCUPAÇÃO	38,37%
				ÁREA PERMEÁVEL	152,59m²
				TAXA DE PERMEABILIDADE	55,9%



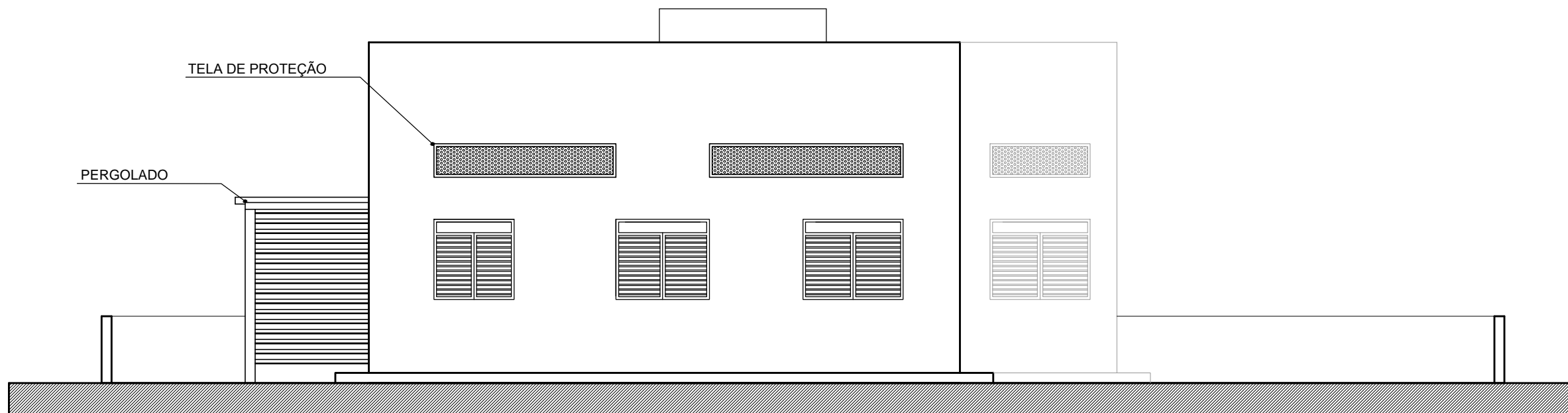
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO:	ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU		
ALUNA:	JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA		
ORIENTADORA:	PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA		
PRANCHAS:	UNIDADE HABITACIONAL - MODELO 01 PLANTA BAIXA / PLANTA DE COBERTURA / CORTE DD / CORTE EE		
ESCALA:	1:75	DATA:	SETEMBRO DE 2014
ENDEREÇO:	AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE		

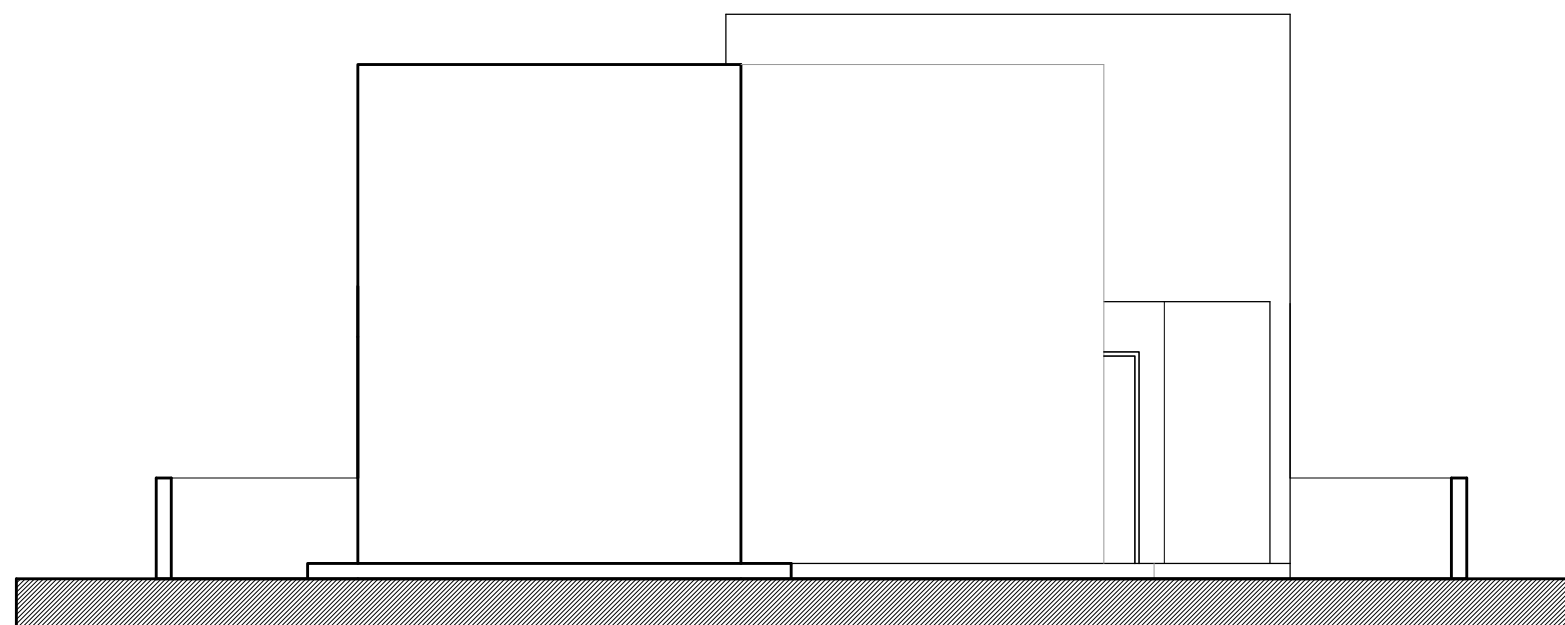
FOLHA N°:
03 / 10



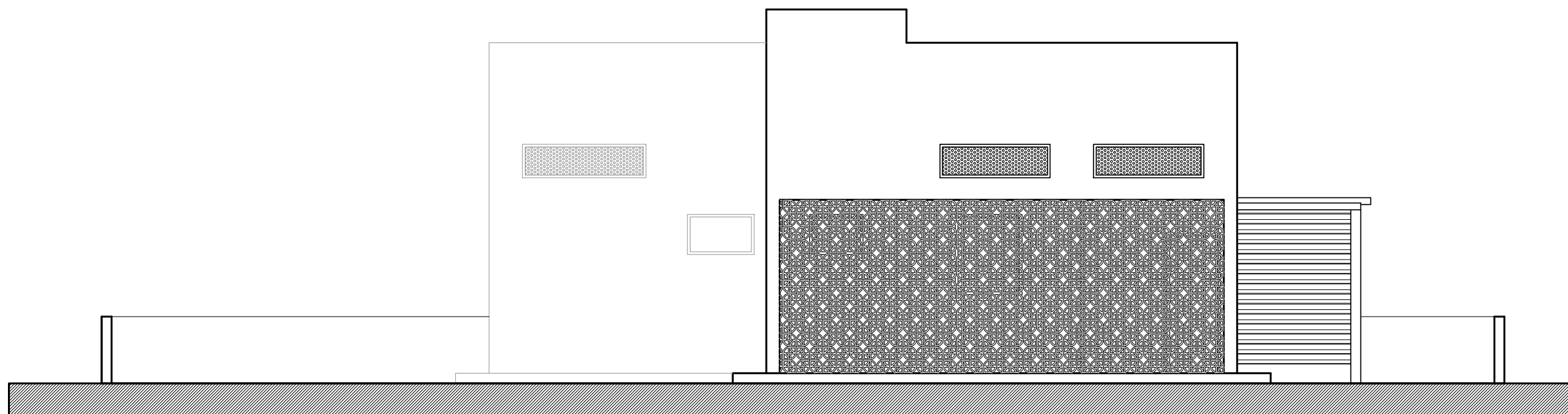
VISTA 01
ESCALA 1:75



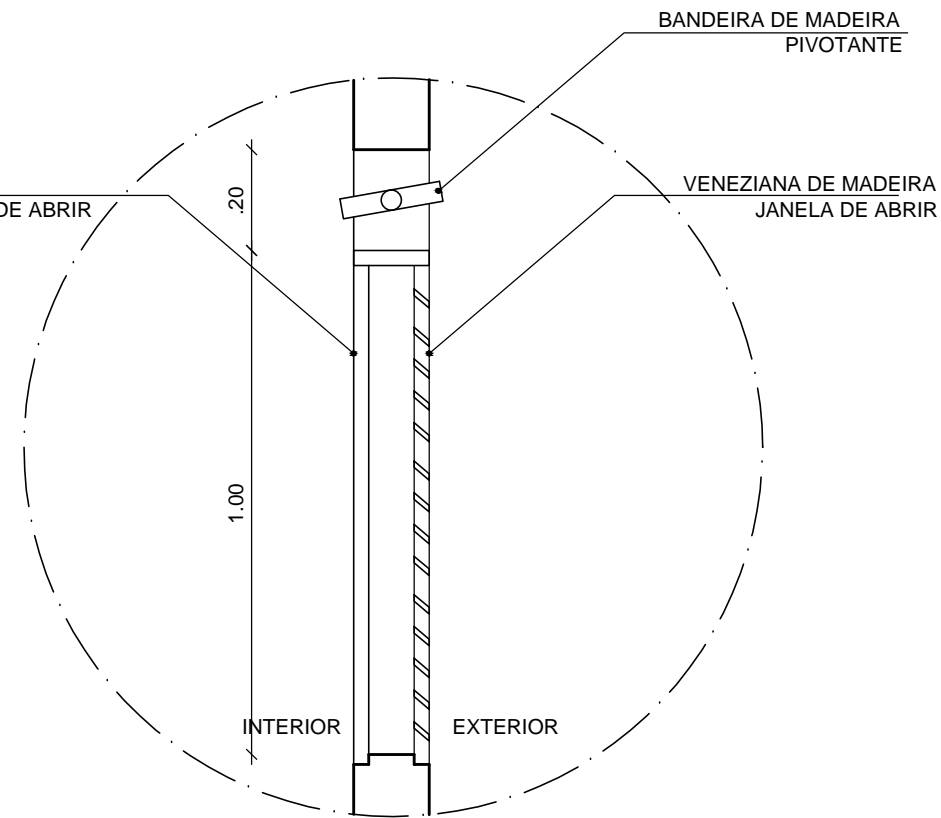
VISTA 02
ESCALA 1:75



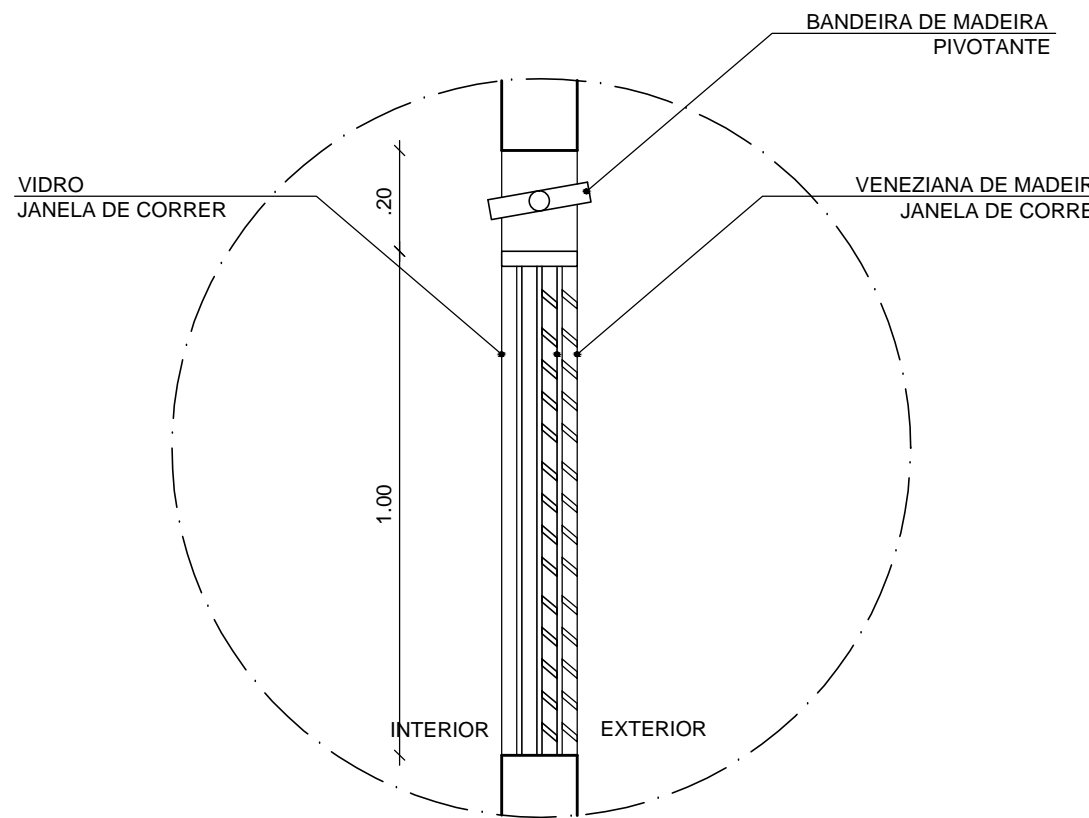
VISTA 01
ESCALA 1:75



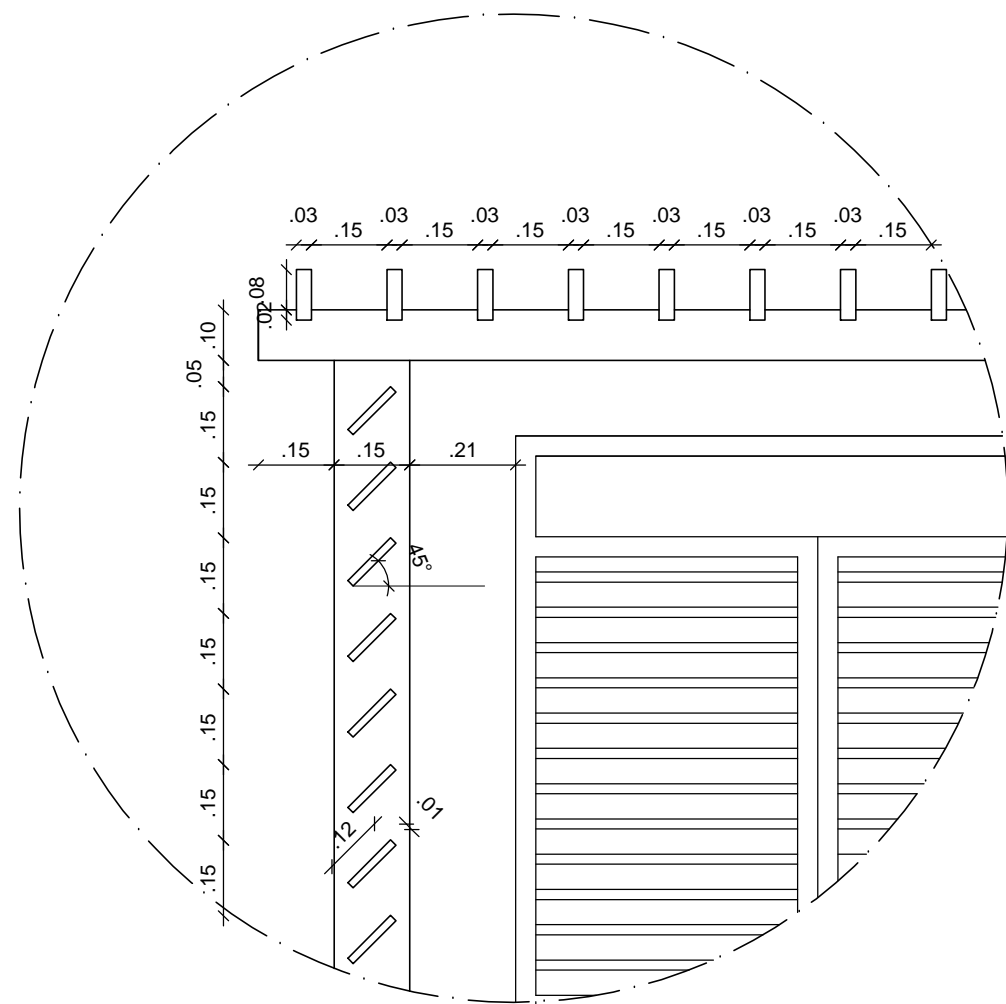
VISTA 04
ESCALA 1:75



DETALHE 02 - J1, J2 E J3
ESCALA 1:15



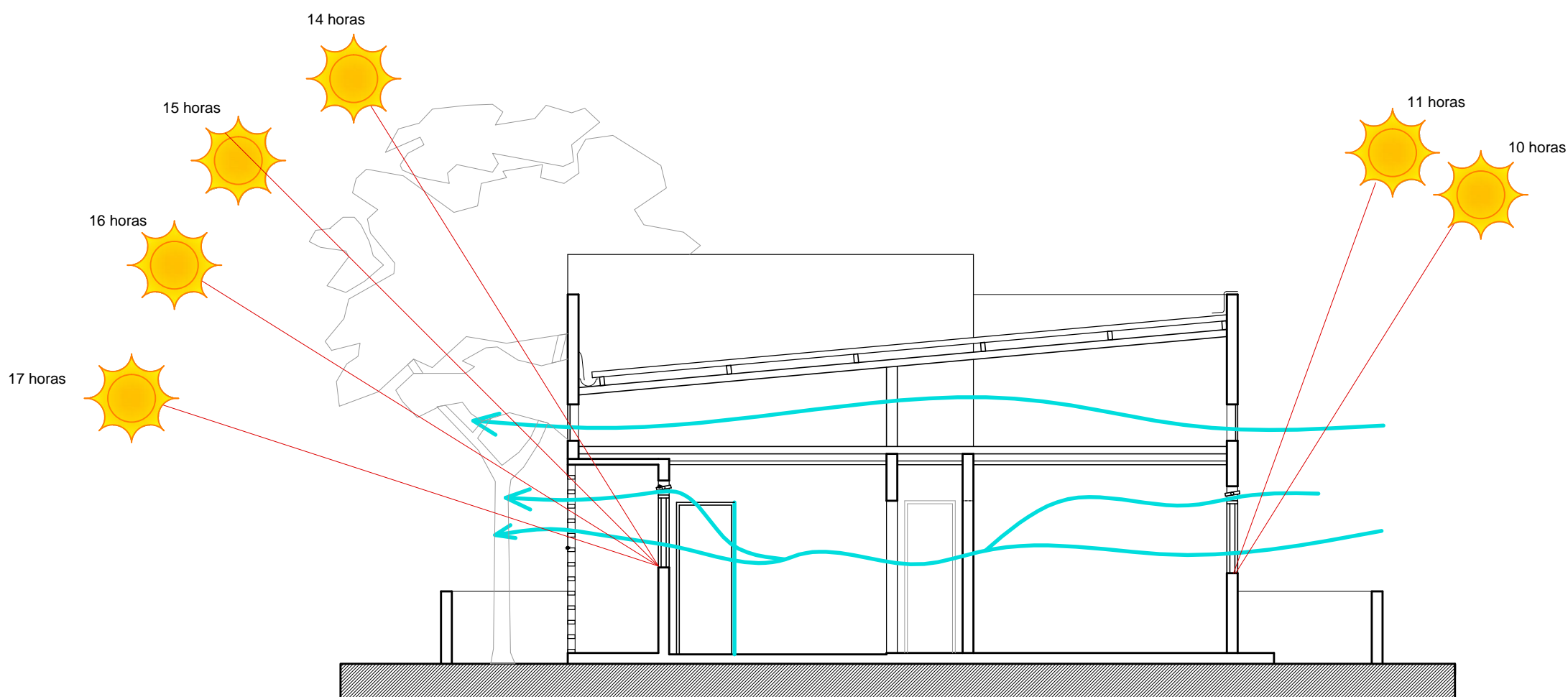
DETALHE 03 - J4
ESCALA 1:15



DETALHE 04 - PERGOLADO
ESCALA 1:15




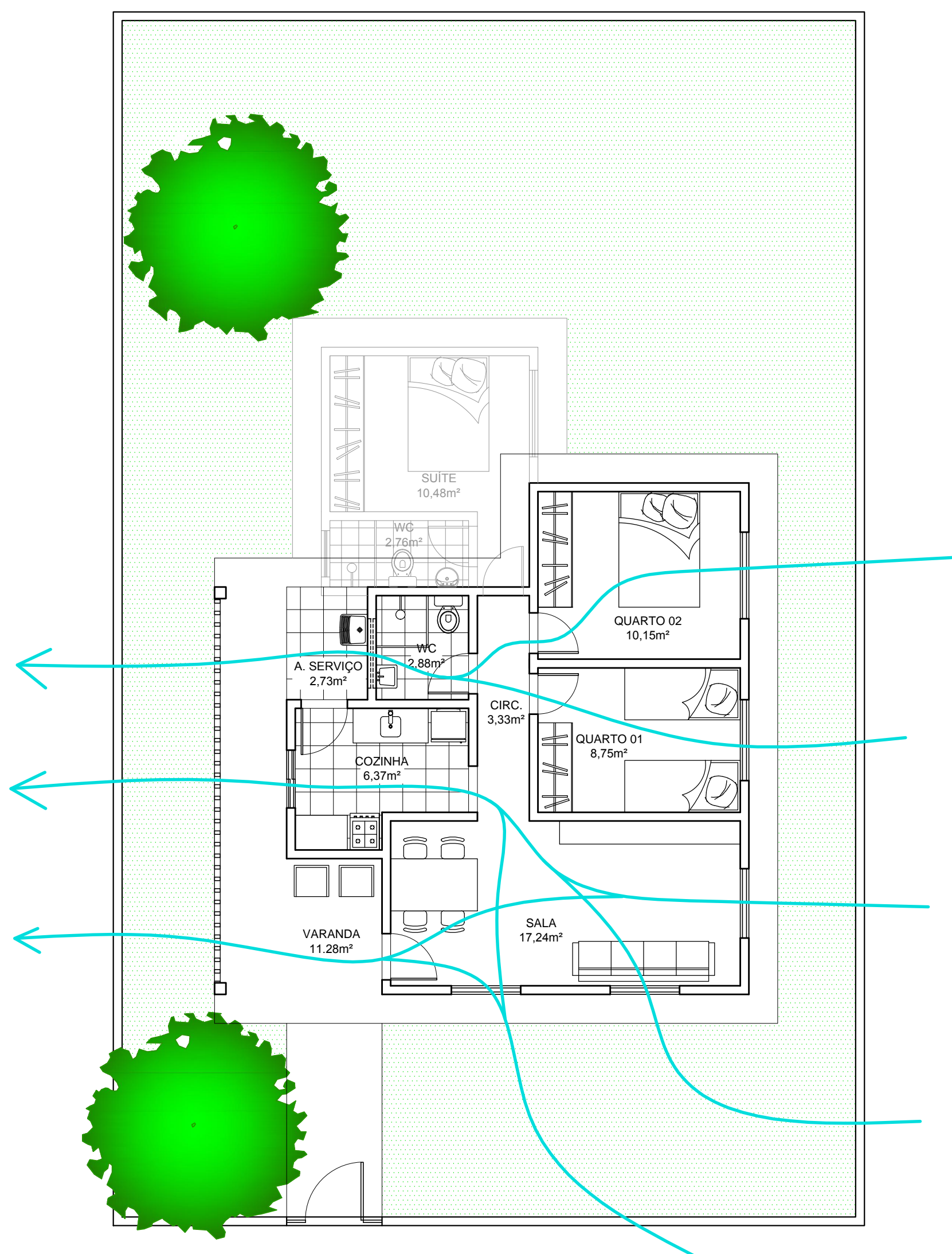
MAQUETE ELETRÔNICA - UNIDADE HABITACIONAL MODELO 01
SEM ESCALA



CORTE DD - ESTUDO DE VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO
ESCALA 1:75

LEGENDA:
—— CONSTRUÇÃO
—— AMPLIAÇÃO

		UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
PROJETO:		ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU	
ALUNA:		JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA	
ORIENTADORA:		PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA	
PRANCHAS:		UNIDADE HABITACIONAL - MODELO 01 VISTA 01, 02, 03 E 04 / ESTUDO DE VENT. E INSOLAÇÃO / DETALHES / IMAGEM	
ESCALA:		1:75	
DATA:		SETEMBRO DE 2014	
ENDEREÇO:		AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE	
		FOLHA Nº: 04 / 10	



PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1:75

TELA DE PROTEÇÃO

BRISSE DE VENTILAÇÃO

TELA DE PROTEÇÃO

BRISSE DE VENTILAÇÃO

TELA DE PROTEÇÃO

FORRO DE EPS

COZINHA

CIRC.

QUARTO.01

0.15

0.30

0.28

0.30

0.15

5.52

3.02

1.58

1.18

0.30

1.20

30.30

40

50

30.05


38

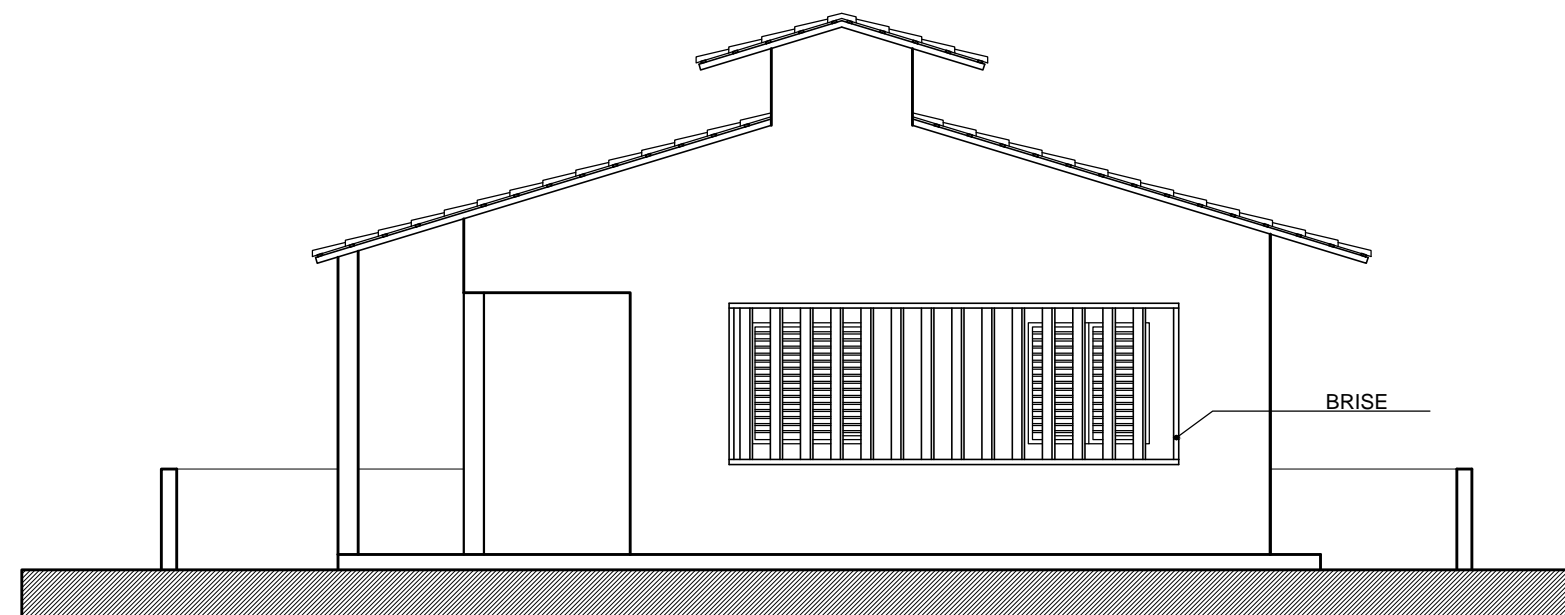
30.35

1.20

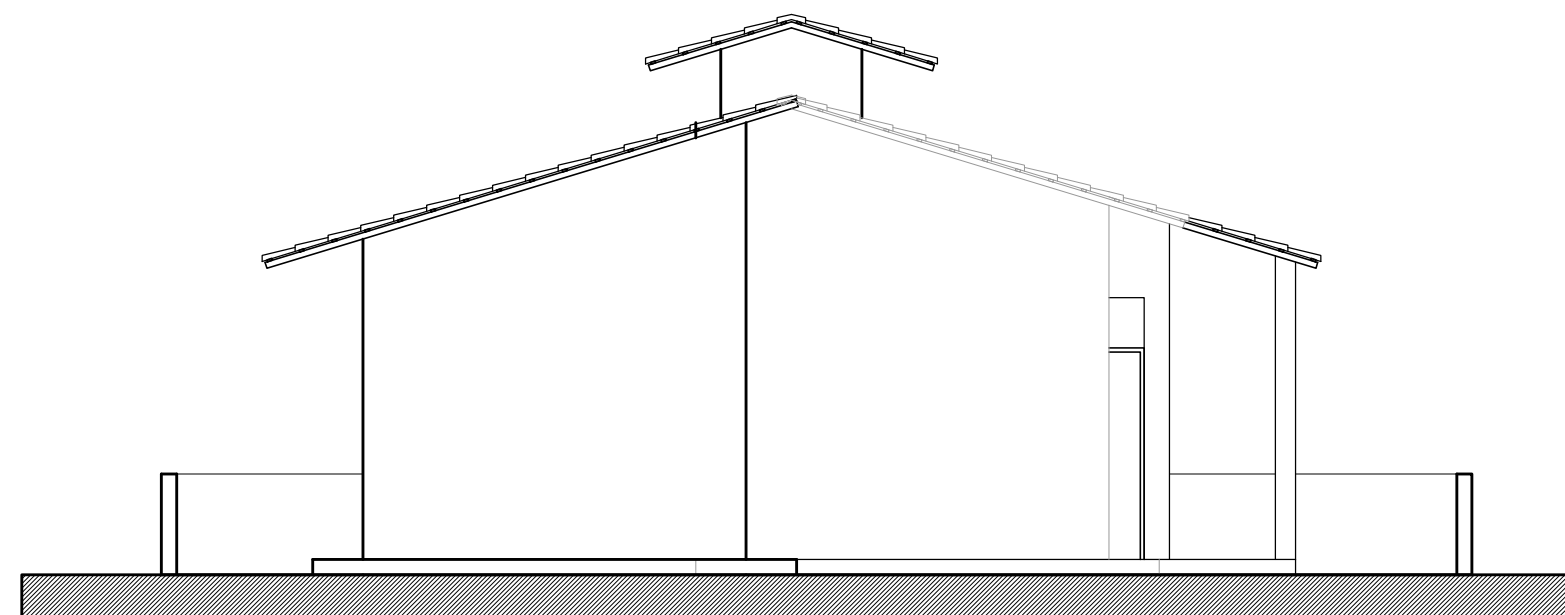
1.10

DADOS TÉRMICOS		
COMPONENTES	Transmitância Térmica (W/m².k)	Atraso Térmico (horas)
COBERTURA	0,59	1,25
PAREDES	2,48	3,3
JANELAS	1,84	1,85

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROJETO: ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU	
ALUNA: JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA	
PRANCHAS: UNIDADE HABITACIONAL - MODELO 02 PLANTA BAIXA / PLANTA DE COBERTURA / CORTE FF / CORTE GG	
ESCALA: 1:75	DATA: SETEMBRO DE 2014
ENDEREÇO: AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE	



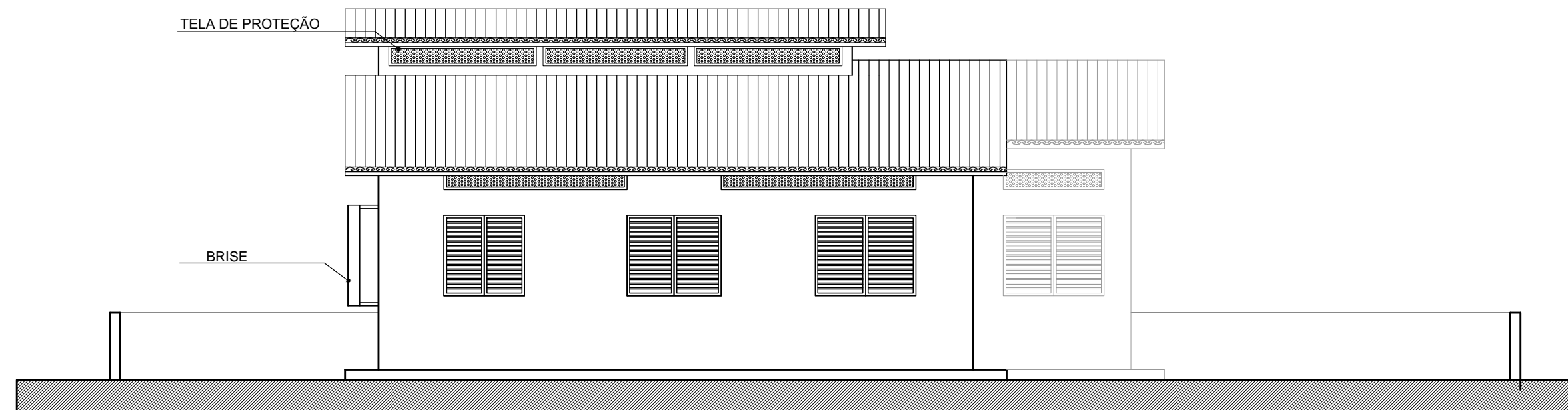
VISTA 05
ESCALA 1:75



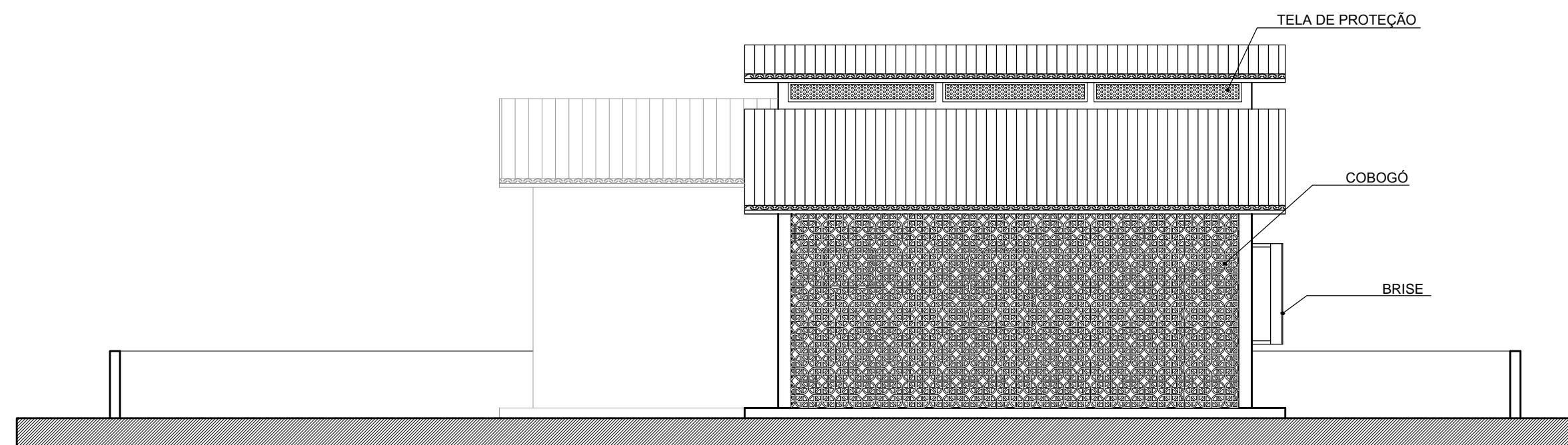
VISTA 07
ESCALA 1:75



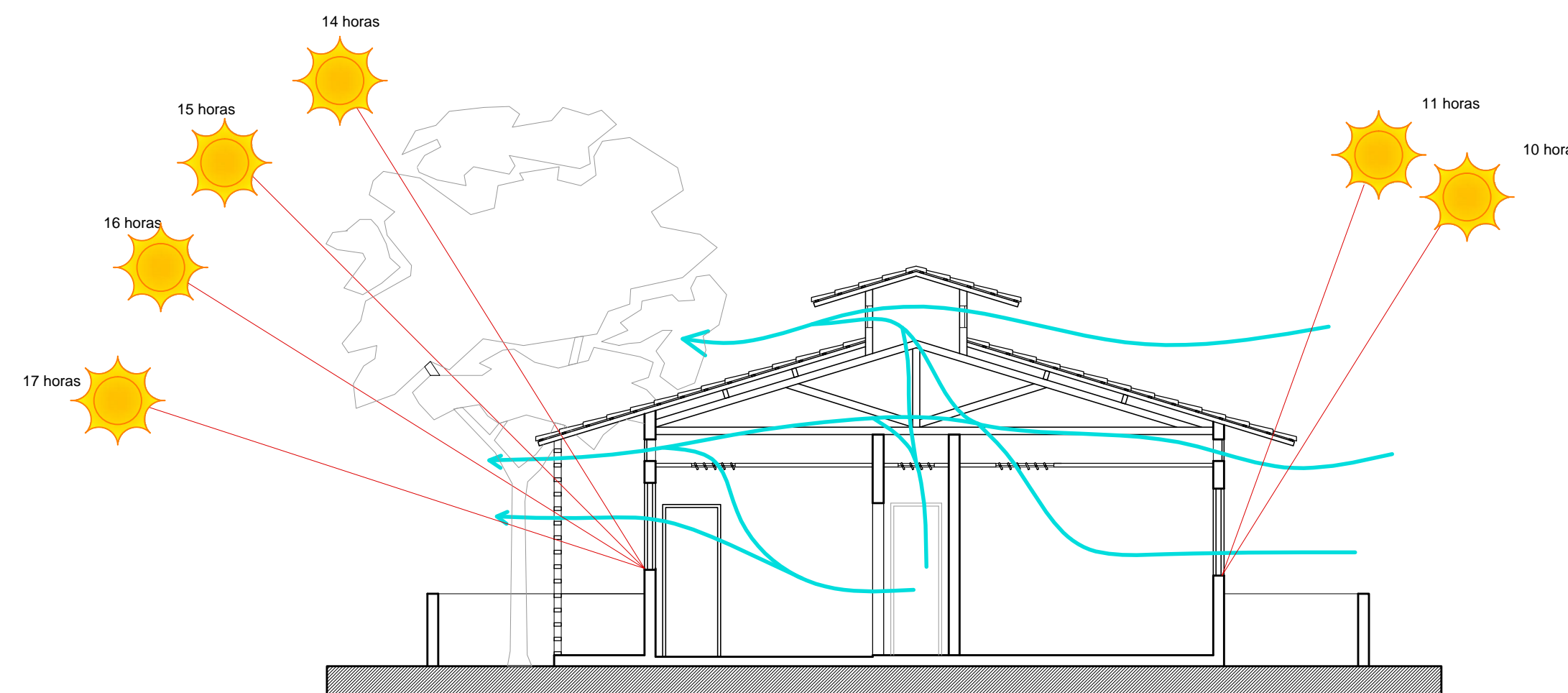
MAQUETE ELETRÔNICA - UNIDADE HABITACIONAL MODELO 02
SEM ESCALA



CORTE 06
ESCALA 1:75

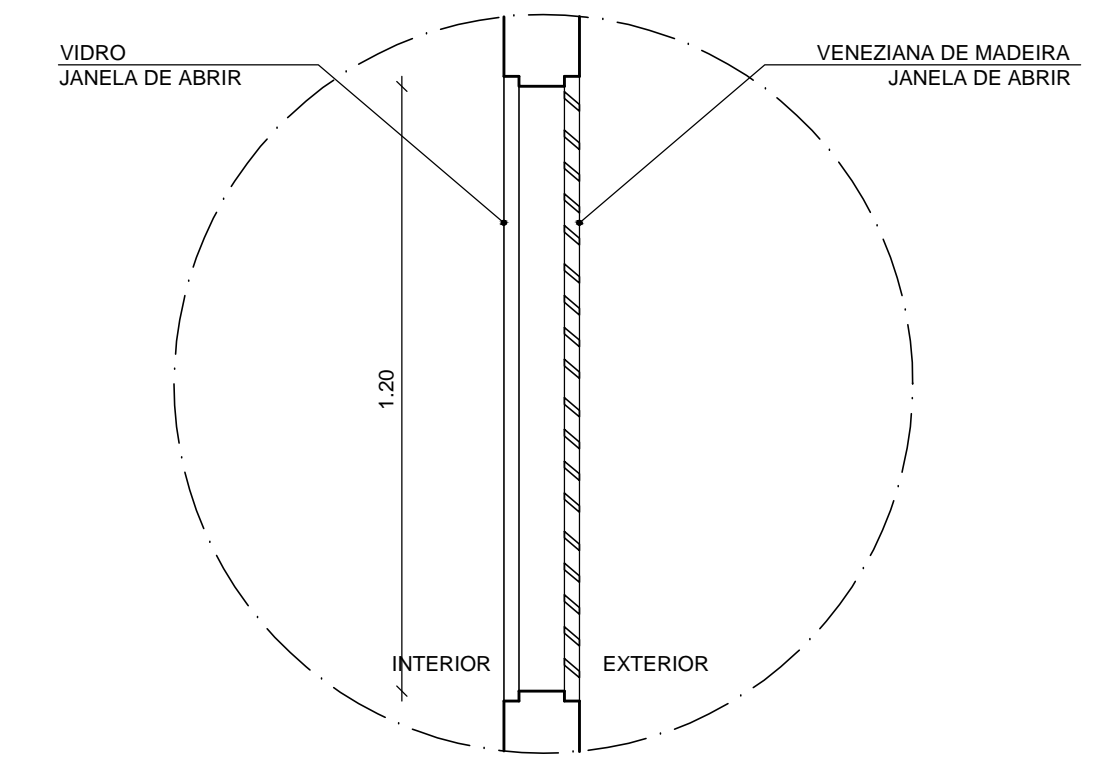


CORTE 08
ESCALA 1:75

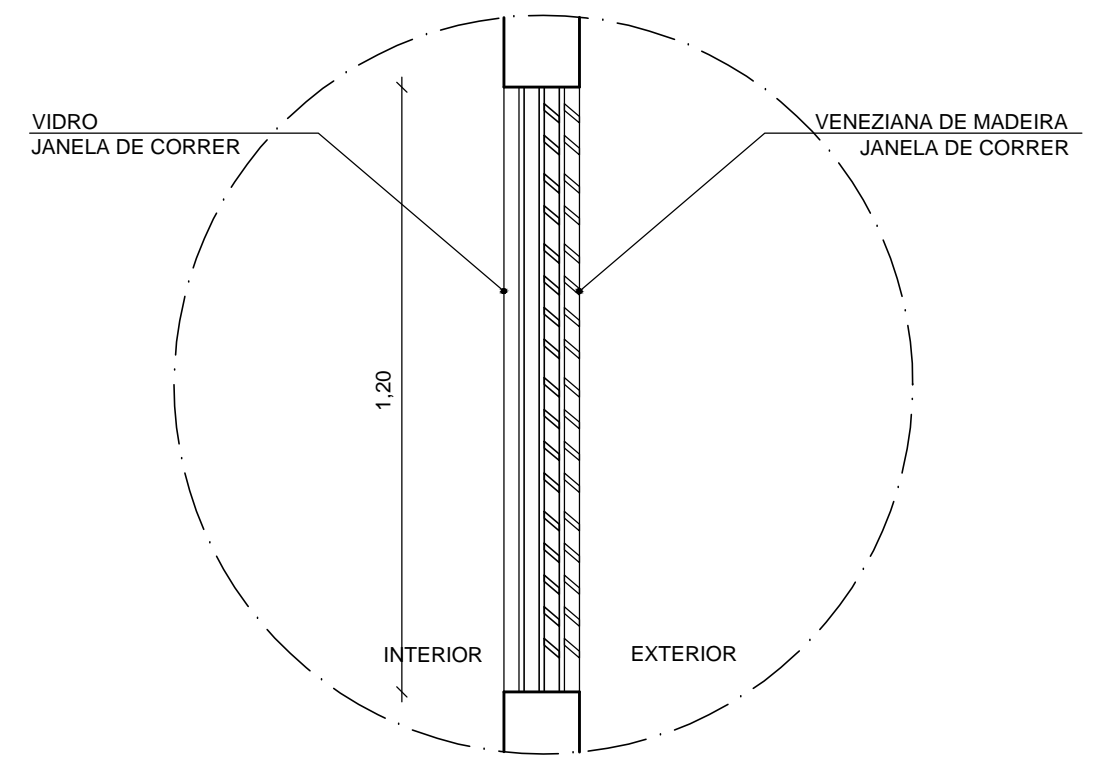


CORTE FF - ESTUDO DE VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO
ESCALA 1:75

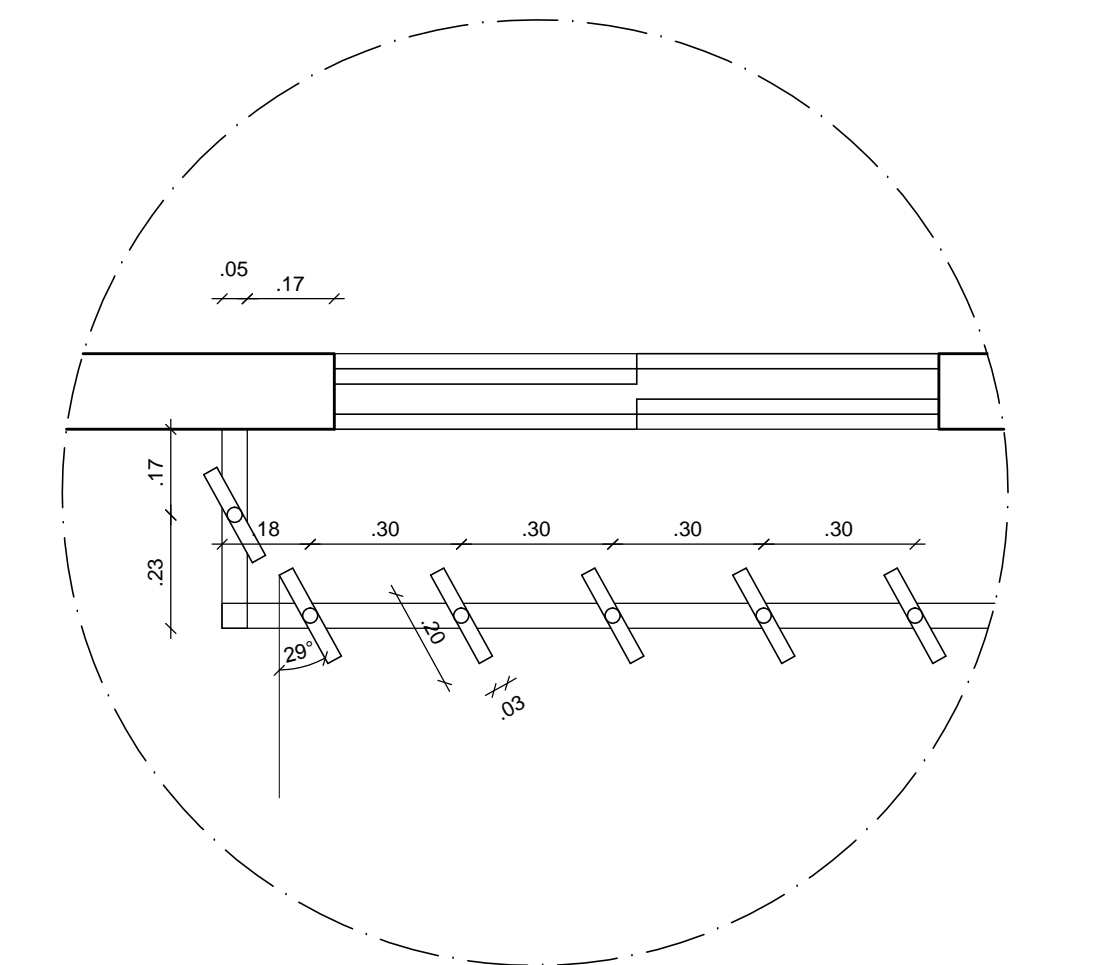
LEGENDA:	
	CONSTRUÇÃO
	AMPLIAÇÃO



DETALHE 05 - J1', J2' E J3'
ESCALA 1:15

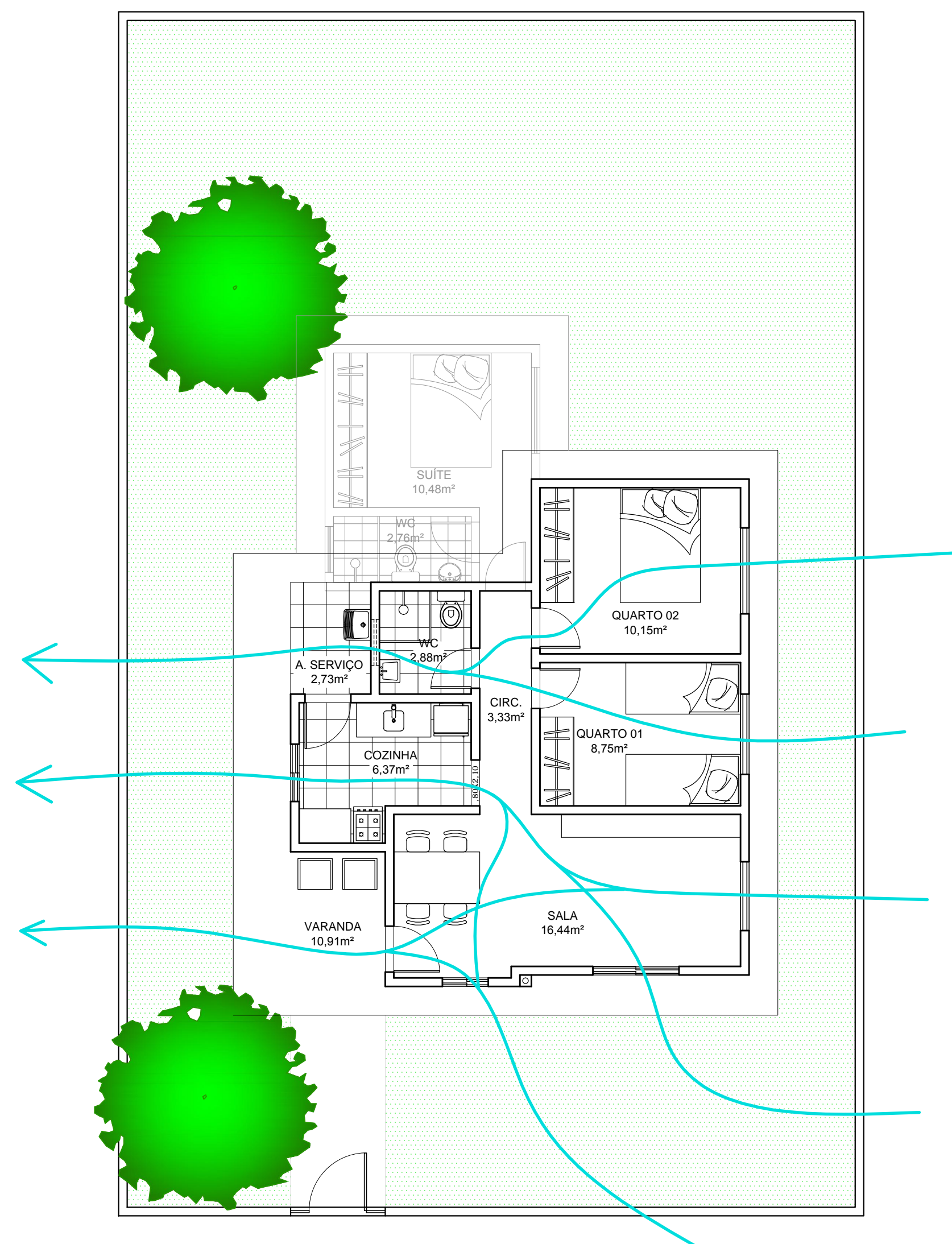


DETALHE 06 - J4 E J6
ESCALA 1:15



DETALHE 07 - BRISE
ESCALA 1:15

		UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
PROJETO:		ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU	
ALUNA:		JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA	
ORIENTADORA:		PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA	
PRANCHA:		UNIDADE HABITACINAL - MODELO 02 VISTA 05, 06, 07 E 08 / ESTUDO DE VENT, E INSOLAÇÃO / DETALHES / IMAGEM	FOLHA N°: 06 10
ESCALA:		1:75	
DATA:		SETEMBRO DE 2014	
ENDEREÇO:		AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE	

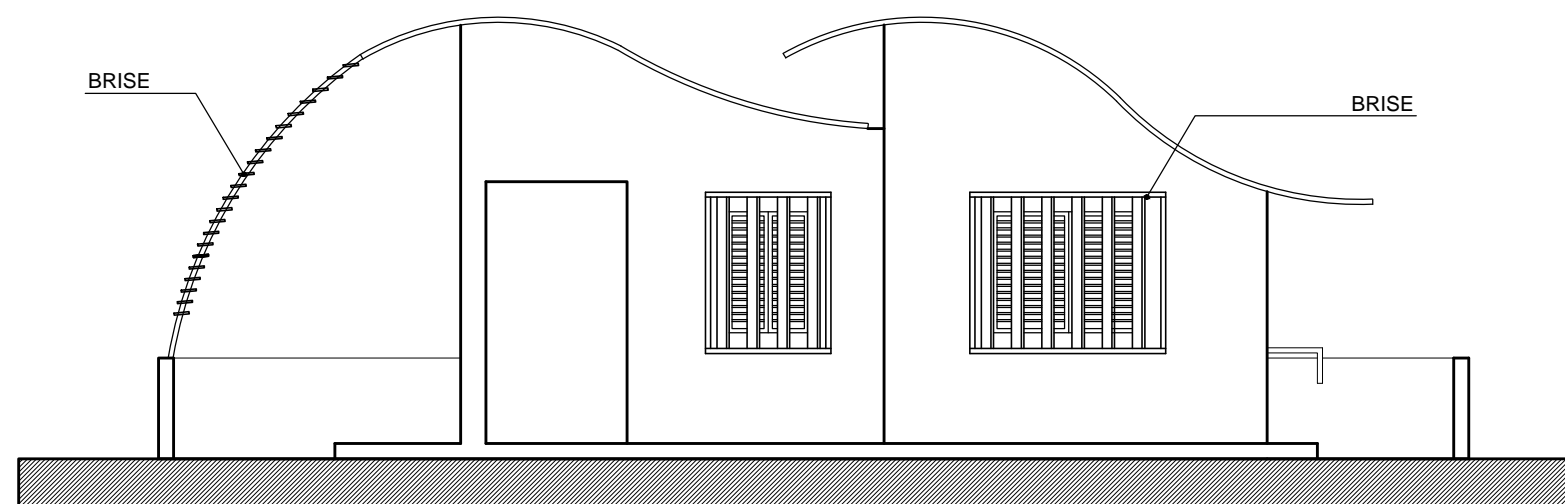
[illegible][illegible]

Architectural elevation drawing of a building facade. The drawing shows a curved roof structure with a circular detail callout. The callout shows a cross-section of the roof with a metal mesh (TELHA METÁLICA) and a layer of PET (LÂ DE PET). The elevation includes dimensions for the roof height (3.01, 1.00, 0.37), roof slope (1:11, 1:20), and room heights (2.10, 2.10, 3.49). The rooms are labeled COZINHA, CIRCO, and QUARTO 01. The drawing also shows a BRISSE (shutter) and a PEITORIL VENTILADO (ventilator grille). A detail callout shows the roof structure with a metal mesh (TELHA METÁLICA) and a layer of PET (LÂ DE PET).

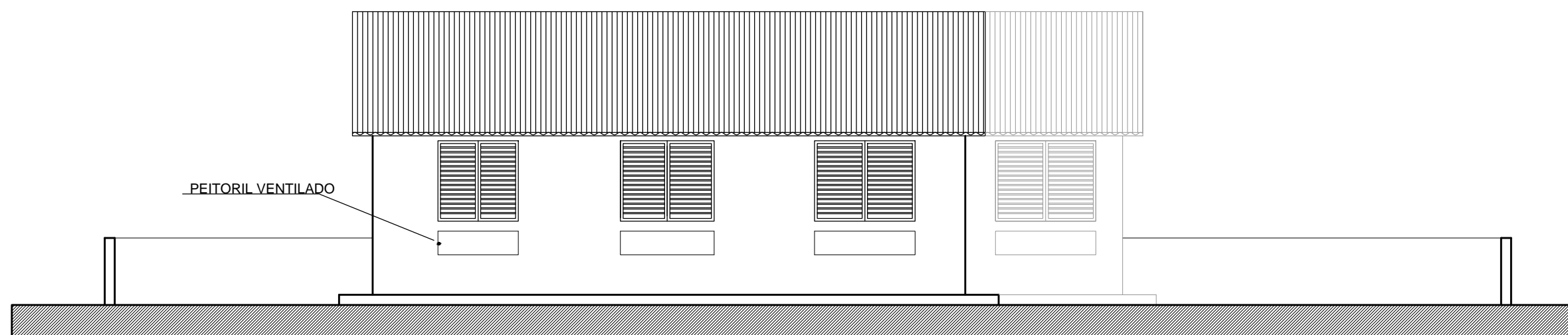
Architectural floor plan of a small apartment with dimensions in meters. The plan includes a living area (SALA) with a sofa and TV, a kitchen (CUCINHA) with a sink and stove, a bathroom (WC) with a toilet and shower, and a bedroom (CAM) with a bed. The entrance (SALA) has a door and a small table. The kitchen has a sink and a stove. The bathroom has a toilet and a shower. The bedroom has a bed. The plan also shows a hallway (CORR) and a closet (ARM). Dimensions are provided for each room and overall measurements.

DADOS TÉRMICOS		
COMPONENTES	Transmitância Térmica (W/m².k)	Atraso Térmico (horas)
COBERTURA	0,61	0,68
PAREDES	2,48	3,3
JANELAS	1,84	1,85

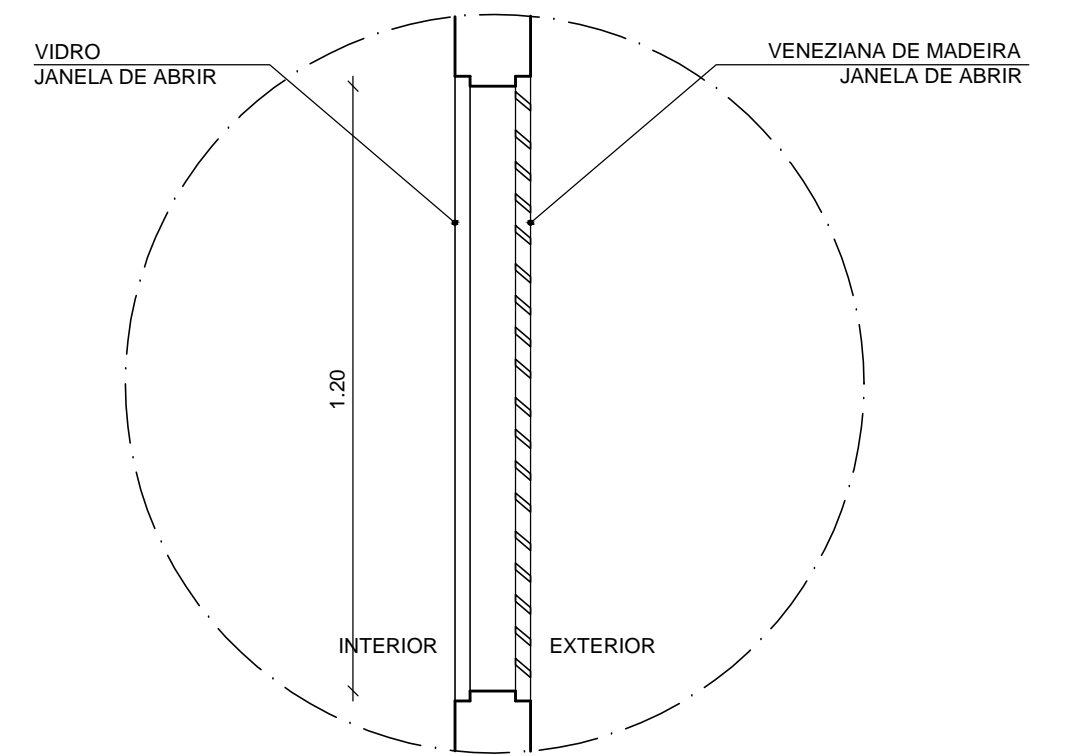
A1 (594X841mm)



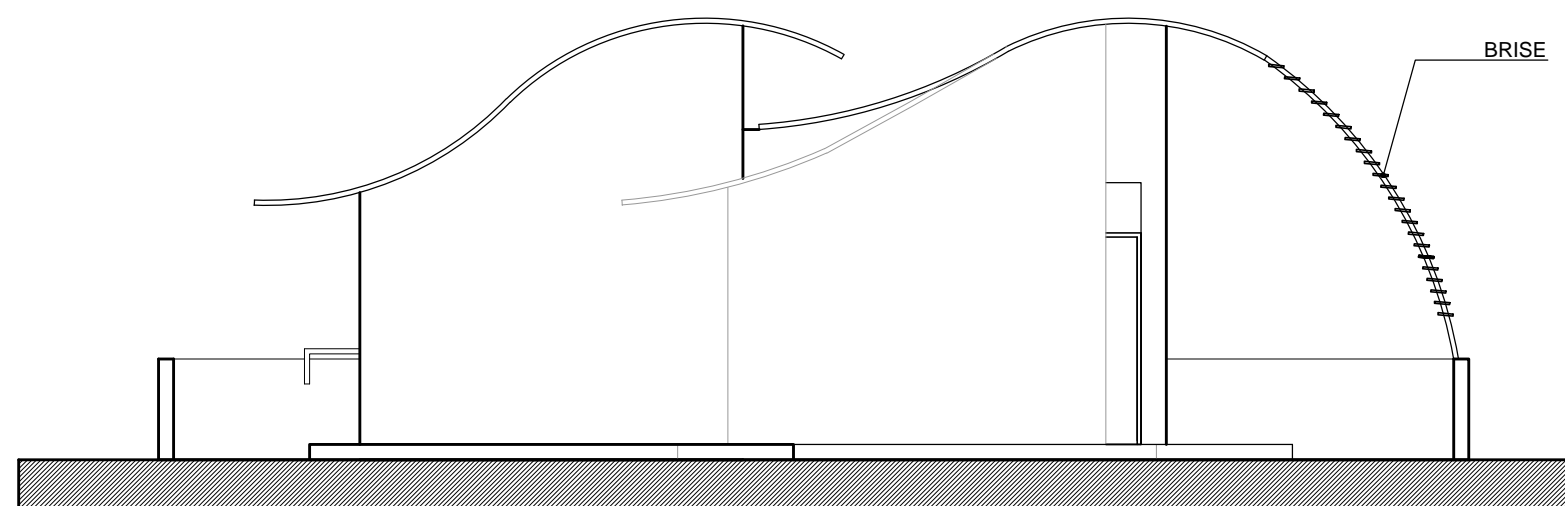
VISTA 09
ESCALA 1:75



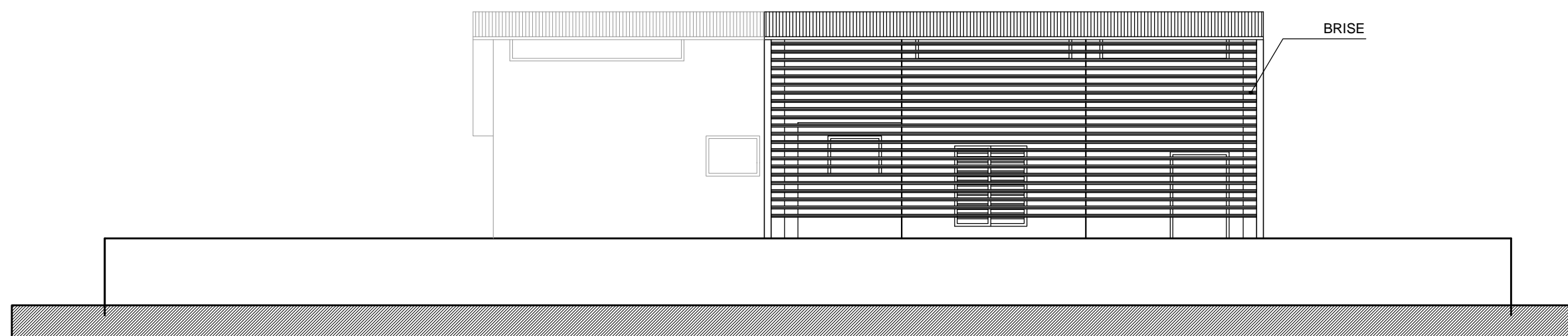
VISTA 10
ESCALA 1:75



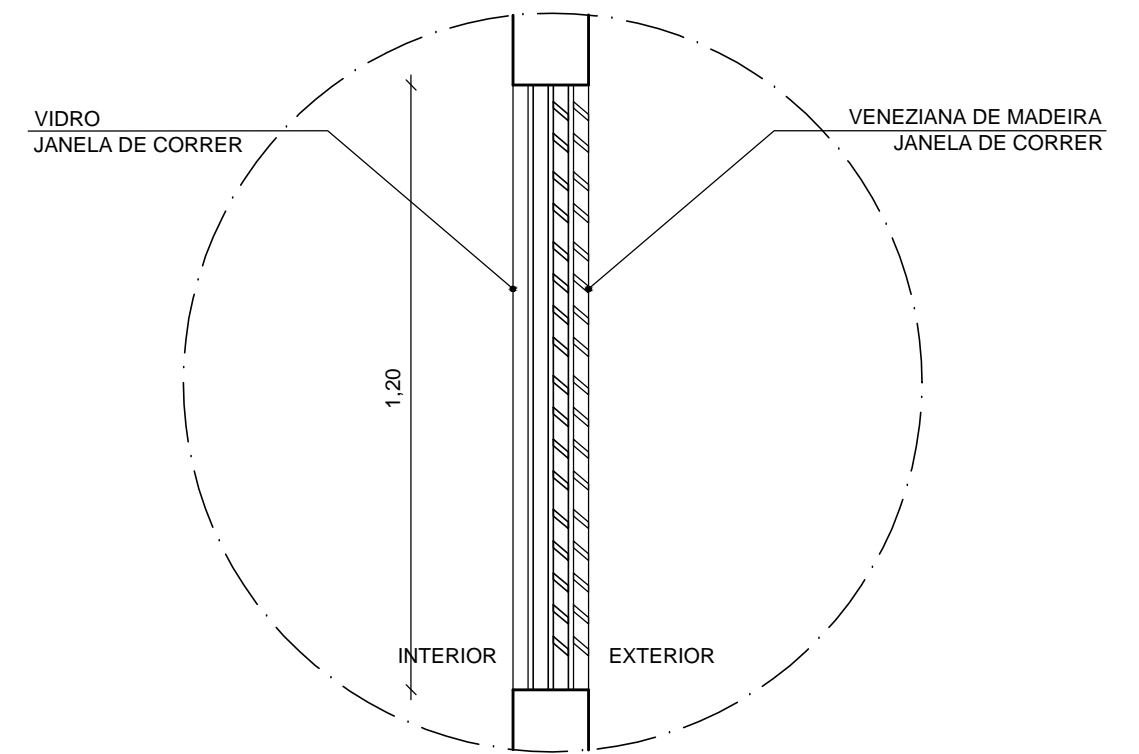
DETALHE 06 - J1', J2' E J3'
ESCALA 1:15



VISTA 11
ESCALA 1:75



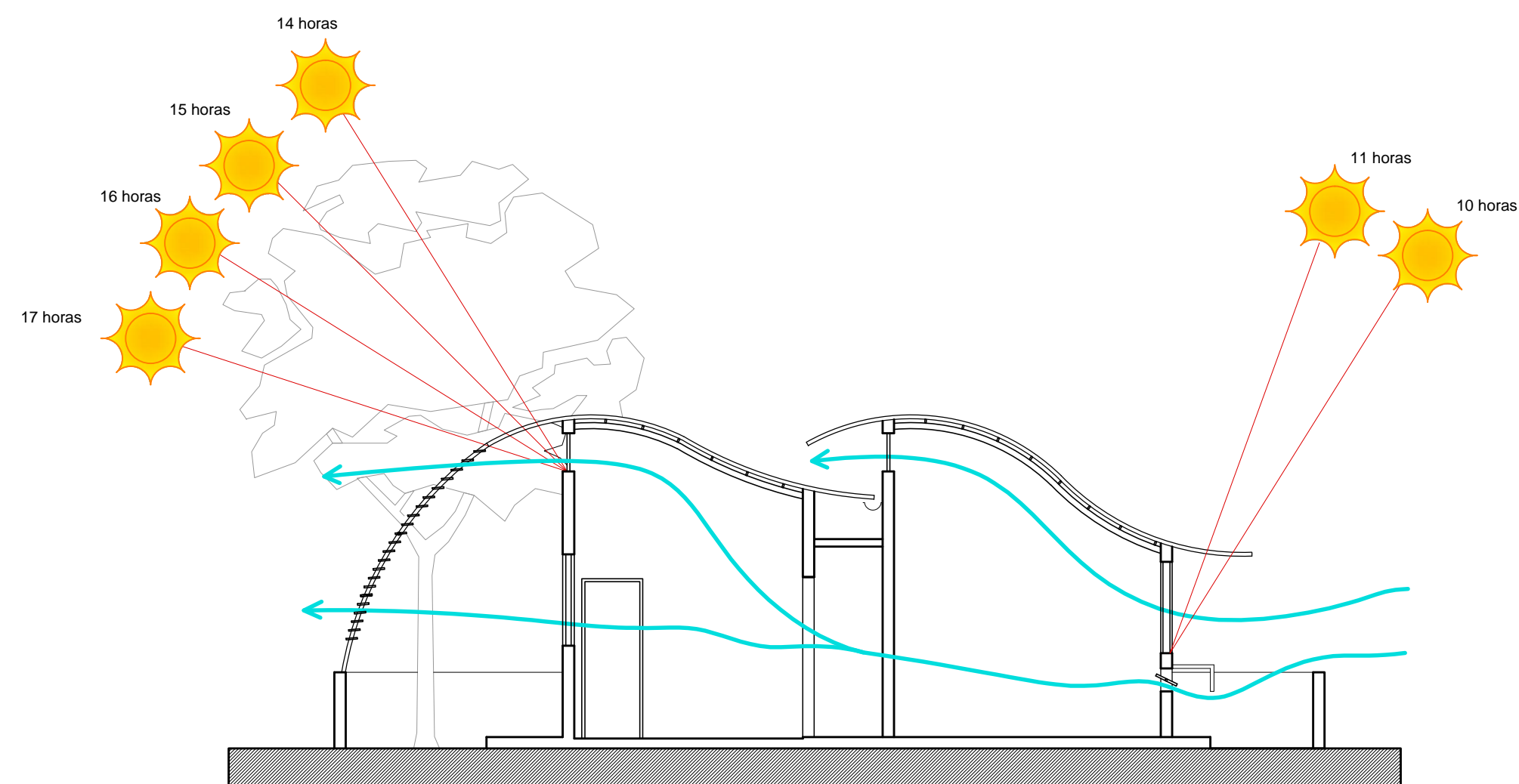
VISTA 12
ESCALA 1:75



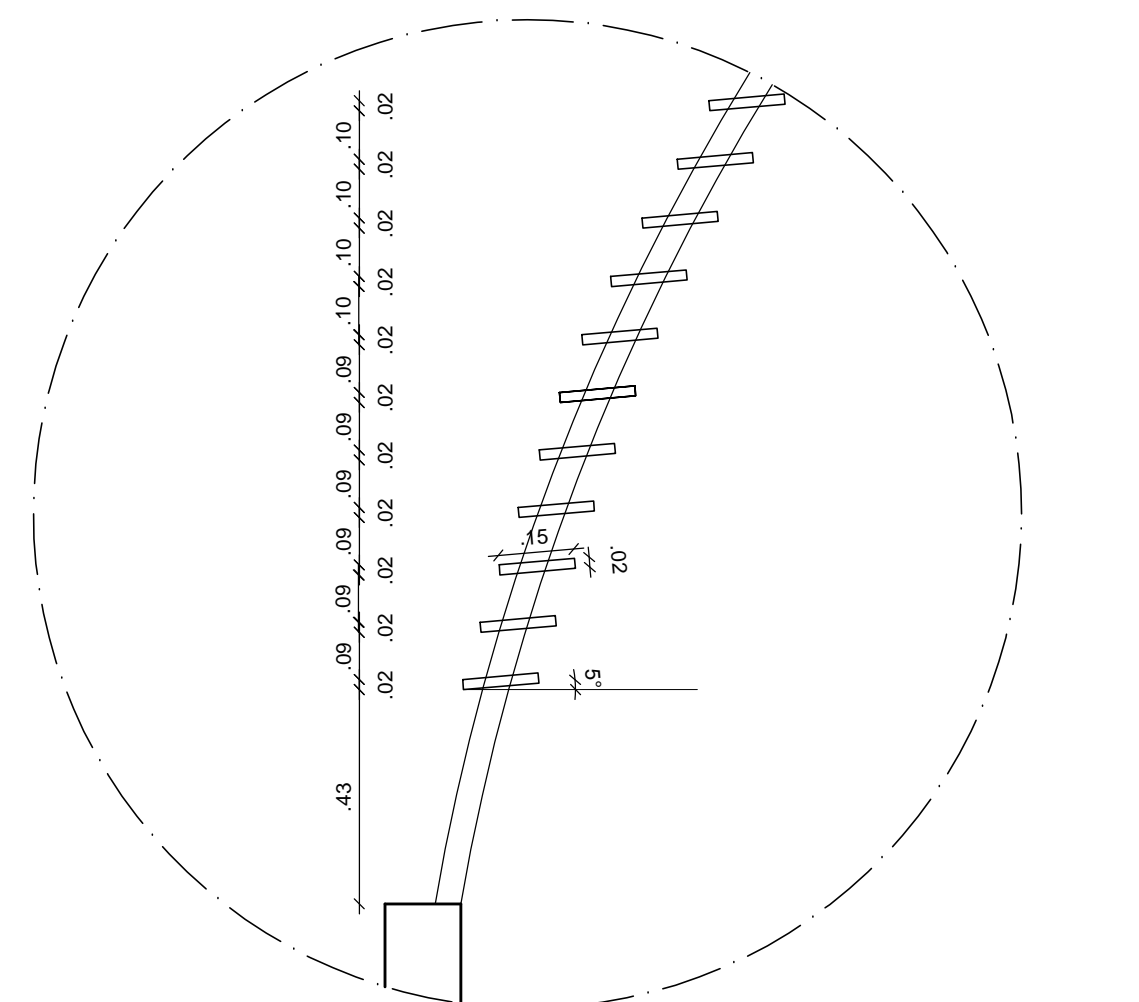
DETALHE 06 - J4, J7 E J8
ESCALA 1:15



MAQUETE ELETRÔNICA - UNIDADE HABITACIONAL MODELO 03
SEM ESCALA



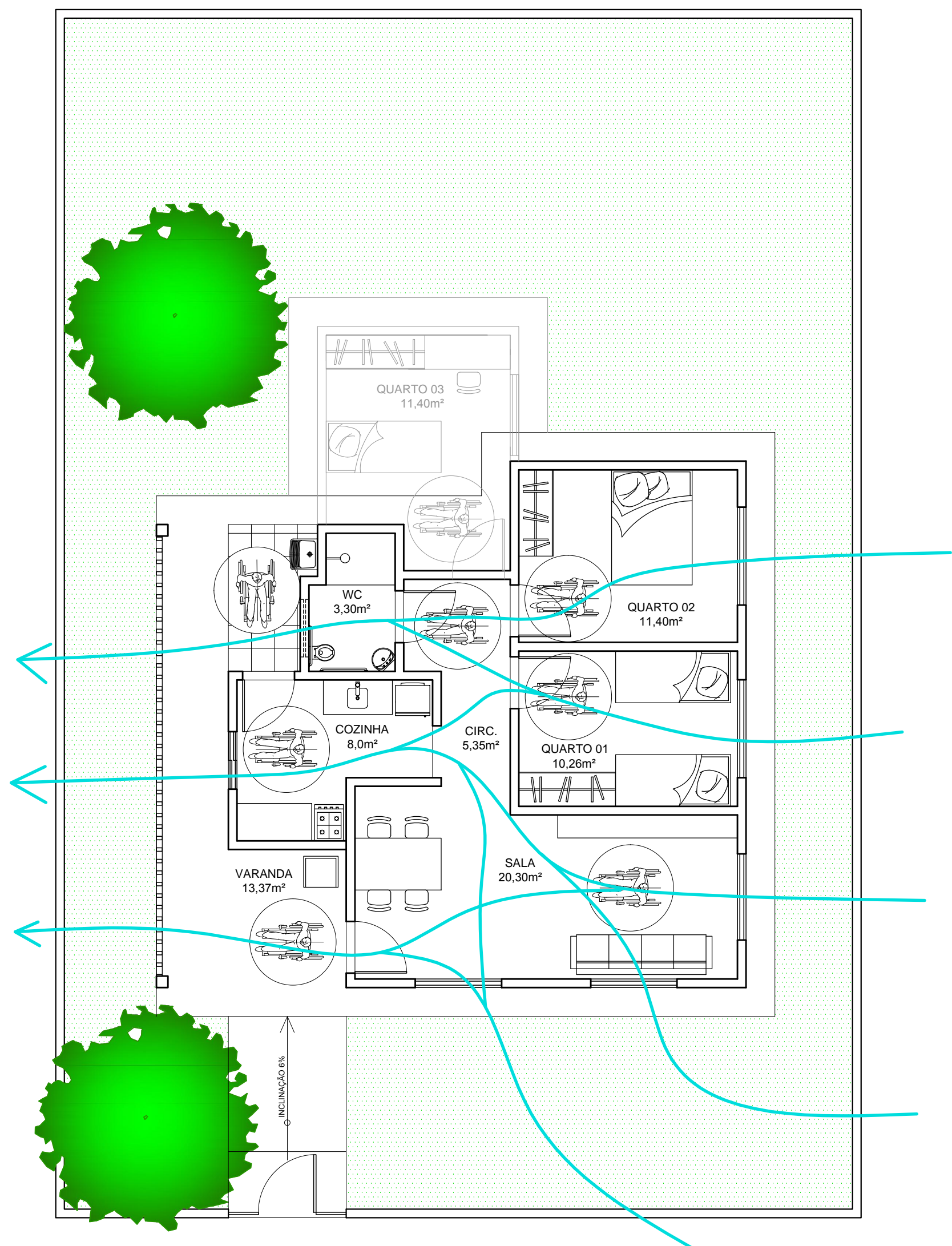
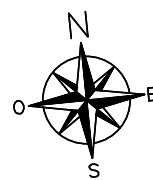
CORTE HH - ESTUDO DE VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO
ESCALA 1:75



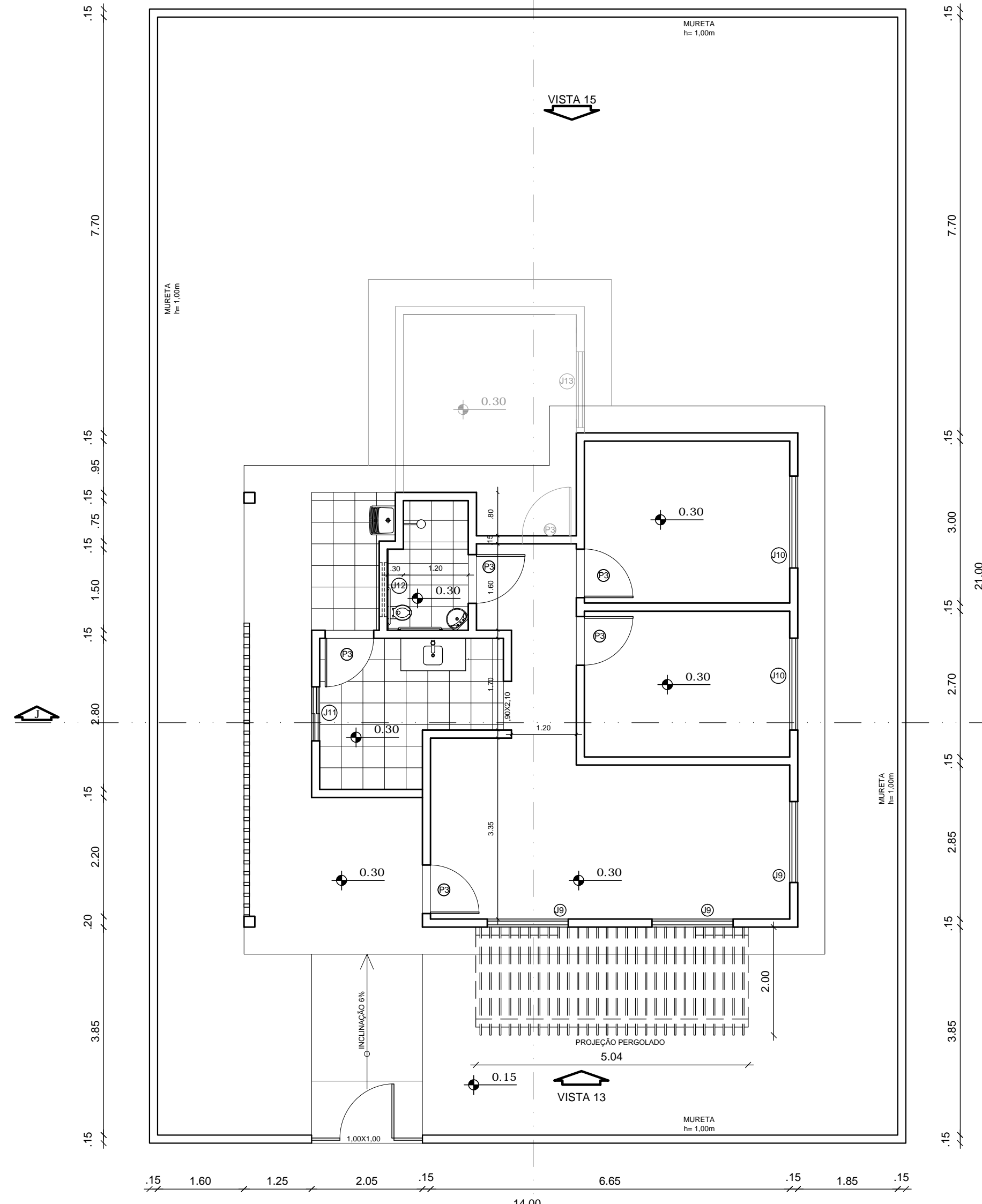
DETALHE 08 - BRISE
ESCALA 1:15

LEGENDA:	
	CONSTRUÇÃO
	AMPLIAÇÃO

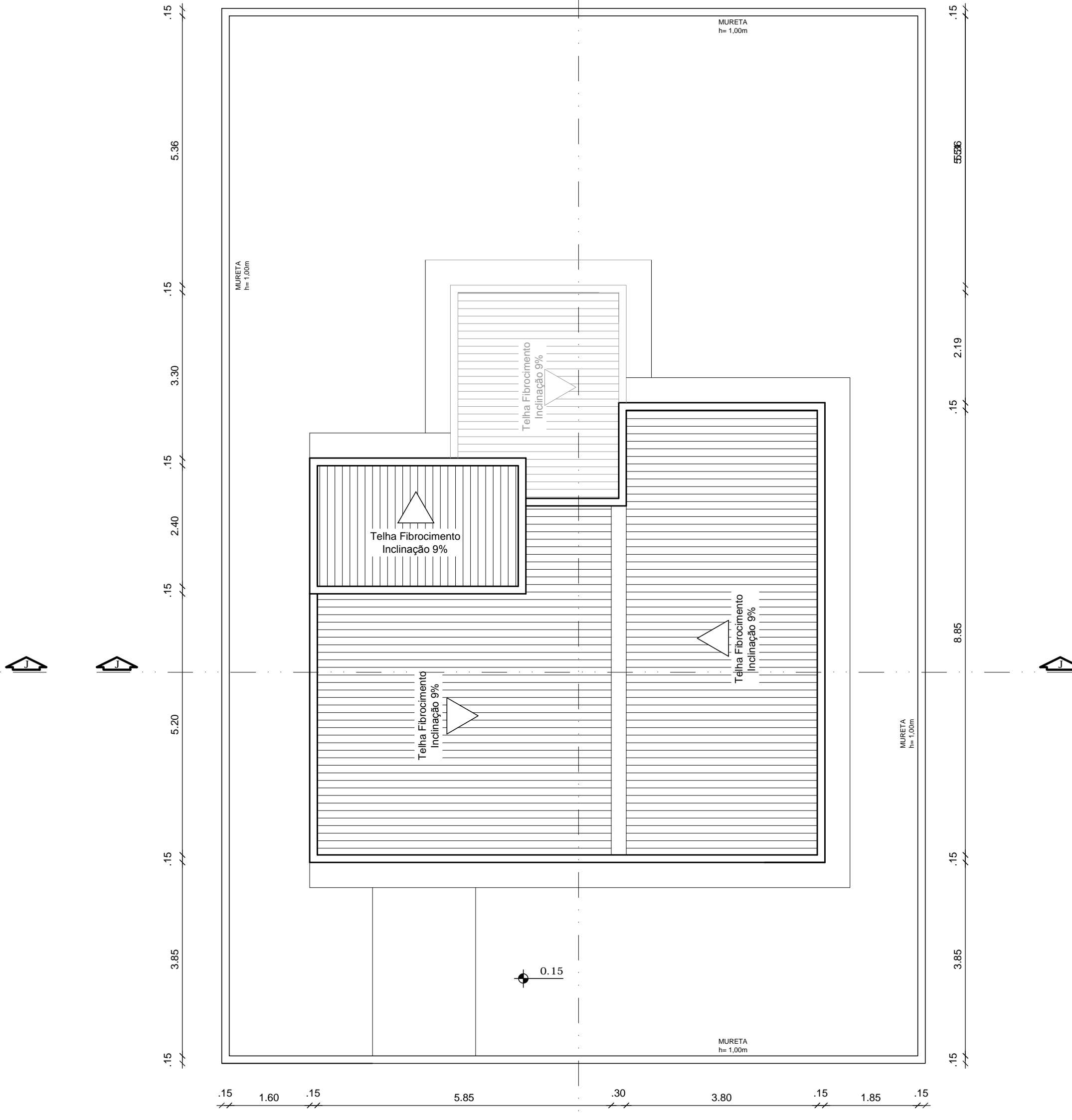
		UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
PROJETO:		ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU	
ALUNA:		JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA	
ORIENTADORA:		PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA	
PRANCHA:		UNIDADE HABITACINAL - MODELO 03 VISTA 09, 10, 11 E 12 / ESTUDO DE VENT. E INSOLAÇÃO / DETALHES / IMAGEM	
ESCALA:		1:75	
EENDEREÇO:		AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE	
FOLHA N°:		08 / 10	



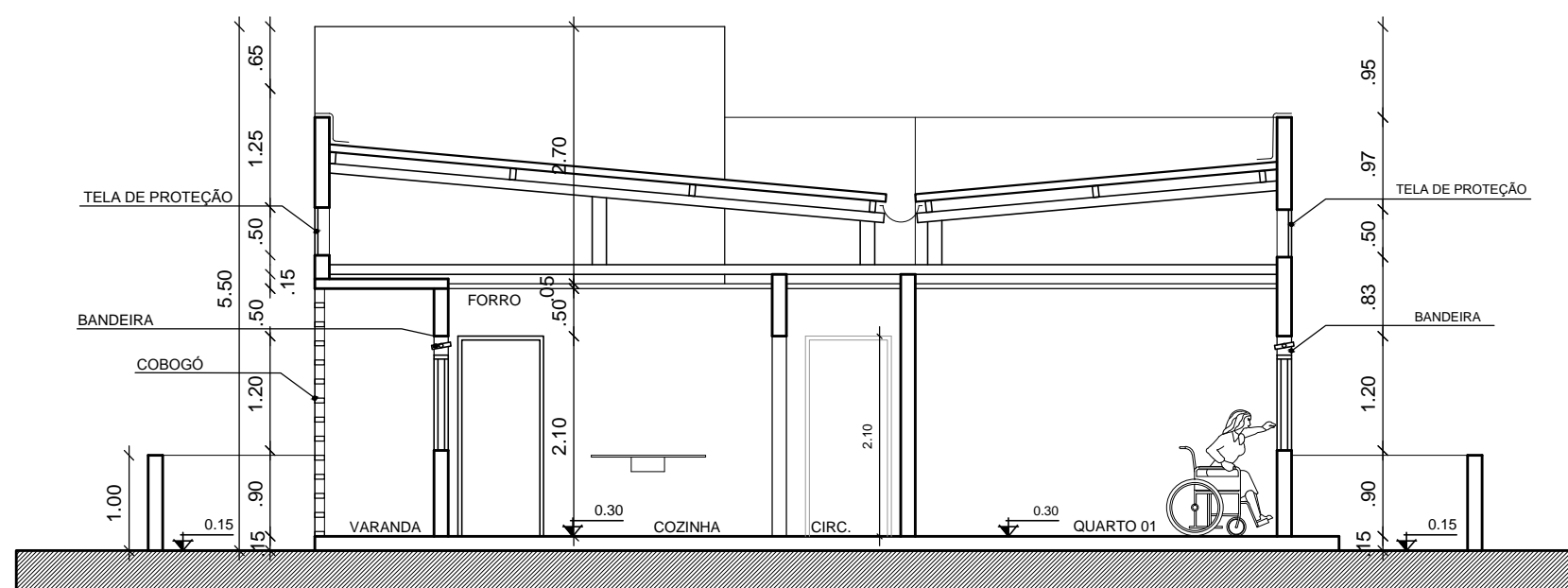
PLANTA BAIXA - LAYOUT
ESCALA 1:75



PLANTA BAIXA
ESCALA 1:75



PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1:75



CORTE JJ
ESCALA 1:75




CORTE KK
ESCALA 1:75

LEGENDA:
— CONSTRUÇÃO
— AMPLIAÇÃO

DADOS TÉRMICOS		
COMPONENTES	Transmitância Térmica (W/m².k)	Atraso Térmico (horas)
COBERTURA	0,59	1,25
PAREDES	2,48	3,3
JANELAS	1,84	1,85

QUADRO DE ESQUADRIAS				QUADRO DE ÁREAS	
TIPO	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES (m)	QUANT.	ÁREA DO LOTE	294 m²
P3	Porta de Madeira de Abrir	0,90x2,10	05+01	ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL	107,11 m²
J9	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir	1,50x1,20 h= 0,90	03	Área Construída	102,88 m²
J10	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir	1,70x1,20 h= 0,90	02	Área Construída Ampliação	14,23 m²
J11	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de correr	1,00x1,20 h= 0,90	01	ÁREA ÚTIL TOTAL	83,38 m²
J12	Janela de vidro maximar	1,00x0,60 h= 1,80	01	Área Útil	71,98 m²
J13	Janela dupla de vidro e madeira com veneziana de abrir	1,40x1,20 h= 0,90	01	Área Útil Ampliação	11,40 m²
				TAXA DE OCUPAÇÃO	36,43%
				ÁREA PERMEÁVEL	159,60m²
				TAXA DE PERMEABILIDADE	54,28%



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO: ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA HIS EM ARACAJU

ALUNA: JÉSSICA MARESSA RODRIGUES SIQUEIRA

ORIENTADORA: PROF. DRA. CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA

PRANCHA: UNIDADE HABITACINAL - MODELO 03
PLANTA BAIXA / PLANTA DE COBERTURA / CORTE JJ / CORTE KK

ESCALA: 1:75

DATA: SETEMBRO DE 2014

EENDEREÇO: AV.DR. ADEL NUNES, S/N. BAIRRO FAROLÂNDIA. ARACAJU/SE

FOLHA N°: 09 / 10

